

III

279375

А.А.УХТОМСКИЙ

**СОБРАНИЕ
СОЧИНЕНИЙ**

**V
ТОМ**

**ЛЕНИНГРАД
1954**

ПЕЧАТАЕТСЯ
ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ
СОВЕТА
НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ
СОЮЗА ССР
ОТ 6 ФЕВРАЛЯ 1944 г.



АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А. А. ЖДАНОВА

АКАДЕМИК
А. А. УХТОМСКИЙ

СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ

ТОМ V

ОБЗОРНЫЕ И ДРУГИЕ СТАТЬИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЛЕНИНГРАД
1954

612
489

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ДОКТ. БИОЛ. НАУК Э. Ш. АЙРАПЕТЬЯНЦ

ПРОФ. Л. Л. ВАСИЛЬЕВ

ПРОФ. М. И. ВИНОГРАДОВ

(отв. редактор)

ПРОФ. Н. В. ГОЛИКОВ

ПРОФ. Е. К. ЖУКОВ

ОТВ. ЗА ВЫПУСК V ТОМА

ПРОФ. Е. К. ЖУКОВ

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ РАЗДРАЖИТЕЛЬНОСТИ МЫШЦ ПОД ВЛИЯНИЕМ УТОМЛЕНИЯ¹

Под действием частых одиночных максимальных индукционных ударов лягушечья мышца, если она не сильно отягощена, вскоре впадает в состояние длительного укорочения, выражающегося миографически в более или менее постепенном подъеме подножных точек отдельных сокращений над абсциссой (Кронекер, Тигель). Обыкновенно одновременно с развитием этого длительного укорочения мышцы повышается и раздражительность последней.

Если при этом изменять температуру утомленной мышцы, то длительное укорочение ее всегда усиливается с понижением температуры и понижается с повышением температуры. В то же время происходят очень выраженные изменения раздражительности мышцы: если варьировать температуру в ту или другую сторону небольшими переходами (например, на 2—5°), то развитие длительного укорочения всегда сопровождается подъемом раздражительности, а ослабление длительного укорочения — упадком раздражительности. Если же понижать температуру мышцы большим скачком (например, 25—30°), то, несмотря на происходящее при этом сильное укорочение мышцы, раздражительность ее здесь падает до нуля; если, вслед за этим, снова переходить к более высокой температуре, то мышца расслабляется и, в то же время, повышается ее раздражительность.

На этом основании можно различать два состояния длительного укорочения мышцы: одно, сопровождающееся повышением раздражительности, которое можно было бы назвать тоническим сокращением, и другое, сопровождаемое полным упадком раздражительности, которое можно назвать косным или рефракторным сокращением. Появление того или другого вида длительного укорочения определялось в моих опытах не абсолютной температурой, но относительной величиной ее колебания.

Второе состояние длительного укорочения мышцы, которое я назвал косным, или рефракторным, характерно в том отношении, что здесь при деятельном состоянии мышцы возбудимость ее падает до нуля. Повидимому, здесь можно видеть случай парабיוза в том смысле, как это понятие определено профессором Введенским, — притом парабюза именно мышечного вещества, так как описанные явления наблюдаются как на нормальной мышце, так и на кураризованной.

Если при обычной температуре производить дальнейшее утомление мышцы одиночными максимальными индукционными ударами, то длительное укорочение ее исчезает и она мало-по-малу перестает отвечать на раздражение заметными сокращениями. Возбудимость мышцы при

¹ Труды IX Пироговского съезда, т. I, 1904, стр. 93.

этом становится своеобразной: мышца отвечает одинаково слабыми фибриллярными вздрагиваниями на индукционные удары всякой силы. Это состояние можно было бы назвать стадией индифферентной возбудимости. В это время пороги раздражения мышцы остаются довольно долго без перемены, а иногда даже несколько понижаются по сравнению с порогом раздражения свежей мышцы. Очевидно, что степень возбудимости не может служить мерой ее утомления.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕФЛЕКСА ¹

В книге профессора А. И. Введенского «Психология без всякой метафизики» дается следующее определение рефлекса: это произвольные акты, «приноровленные к цели, состоящей в прекращении вызвавшего их раздражения».² «Они всегда приноровлены к освобождению чувствующего нерва от того раздражения, которое вызывает данный рефлекс» (там же, стр. 274). Если натуралист не очень зависит от своих исходных определений и понятий и довольно свободно видоизменяет содержание их и объем, применяясь к ходу своей работы, то философ, и вообще представитель дедуктивного знания, определяется своими исходными понятиями во всем дальнейшем мышлении. И указанное определение рефлекса предрешает у автора многие выводы, как, например, резкое противопоставление инстинктов рефлексам; можно думать, что влияние этого определения сказывается у автора вплоть до его теории волевых актов. Между тем в изложенном определении повинны не кто другой, как физиологи; что среди них можно было в самом деле почерпнуть такое представление о рефлексах, достаточно вспомнить о следующих строках учебника Ландуа: «при слабейших раздражениях получается простой рефлекс, который, вообще говоря, оказывает себя, как оборона или отклонение раздражаемого места».³

Можно ли, однако, согласиться с таким определением рефлекса? По своему первоначальному замыслу у Декарта, Прохаски, Маршалля-Галля рефлекс есть общий тип реакций организма на среду. Что было бы, если бы наши реакции на среду были в типе своем только защитными и были направлены только на устранение раздражителя, т. е. имели в виду исключительно возвращение к покою? Биологи знают, как общий принцип, что лишь то, что упражняется, может развиваться; а то, что всячески бежит от упражнения, тем самым обрекается на атрофирование. Организм с типической склонностью избегать вредной среды, замкнуться и успокоиться в себе, не мог бы развить в должной мере ни своей чувствующей сферы, ни органов реакций!

В действительности известны рефлексы, так сказать, *симпатического характера в отношении среды*, т. е. направленные на сближение со средою и раздражителем (сосательный рефлекс, обнимательный рефлекс и т. п.). Если относительно более сложных рефлексов этого порядка возможен спор, что тут не «чистый» рефлекс, а «осложненный инстинктом», то известен и вполне элементарный рефлекс сближения с раздражителем на задней конечности при раздражениях более слабых, чем те, что вызывают защитный рефлекс сгибания ноги (отдергивания от раз-

¹ Русский физиологический журнал, т. 3, 1921, стр. 20.

² А. И. Введенский. Психология без всякой метафизики. Изд. 3-е, 1917, стр. 69.

³ Ландуа. Lehrbuch d. Physiol. 12. Aufl. 1909. T. II. стр. 671.

дражителя). При наиболее деликатных и слабых раздражениях конечности в подошве мы получаем рефлекторное разгибание в колене и надавливание подошвы на раздражающий предмет. Это рефлекс, описанный Шеррингтоном под именем «экстензорного нажима» — extensor-thrust reflex.¹ Усиление раздражения переводит этот элементарный рефлекс в последующую оборонительную флексию.

Отчего у прежних физиологов могло сложиться впечатление, будто рефлекс — по преимуществу защитные реакции? Этому способствовали грубые, исключительно болевые способы раздражения и некритическая склонность относить данные столь исключительной экспериментальной обстановки непосредственно к норме.

Рефлексы симпатического характера в отношении среды, т. е. вящего сближения с раздражителем, должны по преимуществу вести к упражнению, обострению и дифференцировке чувствительности, к обогащению знакомства со средой. Развитие примитивной местно-контактной чувствительности в богато дифференцированный высший орган чувств мыслится биологически лишь как результат изоциации чувствующей сферы за то, что именно чувствующая сфера идет впереди прочего рефлекторного механизма в его развитии. Уже старые исследования Бирге обнаружили преобладание центrostремительных путей над двигательными в спинном мозгу лягушки. Это преобладание оказывалось затем тем больше, чем выше ранг животного и чем выше этаж нервной системы берется для исследования (Дональдсон, Ингберт и др.). Строение центральной нервной системы высших животных уподобляется воронке, широкий раструб которой соответствует чувствующей сфере, направленной на разнообразнейшее восприятие среды, а узкий конец — относительно скудному количеству центробежных путей и органов реакций.² Что мы наблюдаем в так называемых «условных рефлексах»? Это установка *новых чувственных поводов* для рефлекторного возбуждения имеющихся двигательных или секреторных приборов. Новый чувственный повод становится во временную, сначала рыхлую, затем все крепнущую связь с прежними «безусловными» поводами и начинает в свою очередь служить стимулом для работы определенного механизма. Число поводов для данной реакции умножается, сфера чувственного восприятия, различения и анализа растет и дифференцируется скорее, чем сфера эффективных приборов движения, секреции и проч. Получается поистине воронка, притом *все расширяющая свой раструб, все умножающая и изоцирующая свое соприкосновение и дифференциальное ознакомление со средой, а не убегающая от среды!*

Как же определить рефлекс, принимая во внимание все сказанное? Я полагаю, что в общем определении надо воздержаться от каких бы то ни было характеристик соответствующей реакции по содержанию: «защитная», «направленная на такую-то цель», «бессознательная» и т. п. Тогда будет открыта возможность для современного обобщенного применения этого понятия для анализа центральных актов, независимо от их сложности и принадлежности к различным нервным этажам. Для высших животных всего лучше остановиться на таком определении: *рефлекс есть реакция нервных центров в ответ на раздражение центrostремительного нервного прибора.*

¹ Proc. Roy. Soc., London, B. 76 (1905), 160, 269.

² Шеррингтон. Integrative Action of the N. Syst., 1906, p. 145—146.

ТЕЛЕФОН КАК РАЗДРАЖИТЕЛЬ ¹

Если порог для двигательного нерва при тетанизировании с индуктория Дюбуа установлен примерно на 40 см, то рефлекторный порог при тех же условиях будет около 18—15 см. Отсюда делается общепринятое заключение о значительной инертности центров по отношению к индукционным токам. Издавна меня преследовала мысль, что здесь мы имеем дело с *угнетением* центра, которое мы сами и создаем неосторожным усилением раздражения, в сущности очень грубого. Мне приходилось видеть, в особенности на теплокровных, что на свежем препарате при очень осторожном раздражении можно получить первые признаки рефлексов при относительно очень слабых токах (примерно на 40—30 см), но эти эффекты быстро исчезают с первым переходом к сильным раздражениям. И также, нет ли угнетения центров, когда с учащением токов пороги рефлекторного возбуждения повышаются? Если это предположение имеет основание, надо искать некоторого оптимума рефлекторной возбудимости (низких порогов) для токов слабых и не слишком частых. Приискивая аппарат, который давал бы значительные вариации частоты индукционных токов при небольшой силе, я остановился на телефоне как раздражителе. Гольц дал эффектный лекционный опыт телефонического раздражения нервно-мышечного препарата, который хорошо реагирует при произнесении в телефон гласной А, также О и У, но почти не реагирует на Е и И.² Дело зависит от различных частот колебания телефонной пластинки резонантными тонами ротовой полости, установленной для произнесения А, О или И. Дабы иметь дело с определенными, постоянными частотами, ротовую полость перед телефоном я заменил закрытою органною трубою с переменным объемом воздушного столба, т. е. с переменными резонантными тонами. Сила раздражения зависела от силы вдвухания воздушной струи в органную трубу (т. е. от силы звука). Относительная сила этого вдвухания отмечалась манометром, включенным в путь струи. Вдвухание производилось ртом. Определялось, при какой частоте колебаний телефона (при каком объеме полости трубы) будет легче всего (т. е. при наименьшем колебании манометра) получаться возбуждение препарата. Наблюдение я регистрировал в виде кривых, отлагая по оси абсцисс степени вдвухания поршня в органную трубу (т. е. высоту тона), а по оси ординат колебания столба жидкости в манометре (т. е. силу воздушной струи), требующиеся для начала возбуждения при данном положении поршня в трубе (т. е. для данного тона). Сила токов при всех усилениях звука оставалась ничтожною, — язык при прикосновении к электродам не ощущал

¹ Русский физиологический журнал, т. 3, 1921, стр. 22.

² Гольц. Pflüg. Archiv, т. 16 (1878), стр. 189.

ничего. Способ раздражения вообще очень деликатный для нервных центров, мало их утомляющий. Я раздражал то нервно-мышечный препарат (*Ischiadicus* с лапкой), то рефлекторный прибор (*Peroneus* на спинальной лягушке).

Неожиданно оказалось, что некоторый определенный звук трубы дает наиболее легко (при наименьшем колебании манометра) признаки возбуждения (пороги) как в нервно-мышечном препарате, так и в рефлекторном приборе, причем эта оптимальная частота раздражения там и тут почти одинакова! При помощи сирены Гельмгольца я нашел ее отвечающе приблизительно 400 колебаниям в секунду. Этот оптимум удерживается весьма постоянно и двигательным нервом, и центрами. Утомление рефлекторного прибора сказывается скорее сужением шкалы действующих частот, но не перемещением оптимума!

Эти наблюдения наводят на ряд вопросов и тем для детального исследования. Пока я считаю возможным сказать следующее.

1) Физиологическое действие индукционных токов телефона существенно отличается от известного нам действия индукционных токов санного индуктория Д ю б у а.

2) Оптимум раздражения гласными через телефон не может быть отождествлен с тем оптимумом частоты раздражения, который мы знаем для индуктория Д ю б у а: этот последний целиком зависит от функциональной подвижности тканевых элементов, а оптимум в телефоне не зависит от нее.

3) Что касается природы оптимума от телефонических токов, я думаю, что он определяется физическими, а не физиологическими условиями. По всей вероятности, высокие резонантные тоны сами по себе дают в трубе малые амплитуды отдельных колебаний, ибо происходят от колебания все меньшей массы воздуха в полости трубы. Спрашивается: не так же ли определяется и упадок возбуждающего действия с переходом от гласных А и О к гласным Е и И? По осциллографическим снимкам Вертгейм — Саломонсона переход к Е и И сопровождается в самом деле не только учащением ритма, но и значительным уменьшением амплитуд.¹ Отсюда является ключ к физическому объяснению опыта Гольца.

Телефоническое раздражение в указанной обстановке дает хорошо координированные рефлексы, и никакими усилениями тонов нельзя дойти до «судорожных рефлексов», столь обычных при индуктории Д ю б у а. Наиболее сильные телефонические раздражения *Peronei* дают рефлекс флексии соответствующей конечности без перекрестной экстензии. Это само по себе говорит, что раздражение центров остается очень слабым.

Как видно, те же самые условия раздражения по силе и частоте, которые дают первые признаки возбуждения (пороги) на нервно-мышечном препарате, могут давать первые признаки возбуждения (пороги) и на нервных центрах, если раздражение достаточно деликатно и не вызывает в центрах функциональных изменений.

¹ См. Tigerstedt's Handbuch d. physiol. Methodik. Bd. III, Abth. C. S. III, р. 68.

НИКОЛАЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ ВВЕДЕНСКИЙ И ЕГО НАУЧНОЕ ДЕЛО¹ (Некролог)

16(3) сентября 1922 г. на своей родине, в селе Кочково Вологодской губернии, скончался известный русский ученый, заслуженный профессор физиологии в Петроградском университете Николай Евгеньевич Введенский. Всего лишь весной этого года петроградские физиологи праздновали семидесятилетний юбилей покойного, а летом редакция Русского физиологического журнала посвятила его имени очередную книгу журнала (т. V, вып. 1, 2 и 3).

Н. Е. Введенский родился 16 апреля 1852 г. в семье сельского священника, память которого высоко чтится местными крестьянами доселе. После окончания общеобразовательных классов Вологодской духовной семинарии Н. Е. поступил в 1872 г. на физико-математический факультет Петроградского университета. Осенью 1874 г. он был арестован по известному политическому процессу 193-х и более трех лет провел в заключении. Оправданный по суду, Н. Е. в 1878 г. снова поступил в Петроградский университет и начал работать в лаборатории профессора И. М. Сеченова. По окончании курса в университете он определяется на должность консерватора зоотомического кабинета в университете, продолжая еще в течение пяти лет состоять «под негласным надзором» политической полиции. Летние месяцы 1881, 1882, 1884 и 1887 гг. были использованы Н. Е. для заграничных поездок на личные средства, которые он успевал зарабатывать зимою. Он работал у Гейденгайна, Дюбуа Реймона, Кронекера, Гоппе-Зейлера и Бюумана. Кроме того, в 1887 г. им совершена образовательная поездка для ознакомления с лабораториями Австрии и Швейцарии.

С 1881 г. Н. Е. назначается лаборантом физиологической лаборатории Петроградского университета. В 1883 г. он начинает чтение лекций на Высших женских курсах, а в 1884 г., по защите магистерской диссертации, приступает к чтению курса в Петроградском университете в качестве приват-доцента. В 1887 г. получает степень доктора. По оставлении кафедры И. М. Сеченовым в 1889 г. Н. Е. был избран его заместителем в звании экстраординарного профессора. С 1895 г. он — ординарный профессор. Впоследствии, помимо университета и Высших женских курсов, Н. Е. читал физиологию в Психоневрологическом институте.

Принимая живое участие в конгрессах физиологов и медиков за границей, Н. Е. был представителем русской физиологической науки последовательно на съездах в Льеже, в Берне, в Кэмбридже, в Париже, в Турине, в Будапеште и в Вене. Н. Е. был избран почетным президен-

¹ Русский физиологический журнал, 6, 5, 1923.

том Парижского конгресса медицины 1900 г., а затем представителем от России в Бюро по организации международных съездов физиологов.

В России Н. Е. состоял членом Совета Петроградского общества естествоиспытателей, членом Общества психиатров, председателем биологического отделения Русского общества охранения народного здоровья, членом-корреспондентом Российской Академии наук. Н. Е. принимал самое живое участие в организации школьного и благотворительного дела у себя на родине и в Петрограде. Мы видим его организатором общества вспомоществования бедным Кочковского прихода Вологодской губернии, деятельным членом общества вспомоществования учащимся г. Тотмы, участником ряда благотворительных организаций в Петрограде. Скромный, иногда несколько суховатый и замкнутый в личной жизни, Н. Е. сохранял большую душевную теплоту и отзывчивость. Об этом знали все, более близко с ним соприкасавшиеся. Н. Е. не имел своей семьи, жил одиноко, но трогательно любил семьи своего отца, брата и сестры. Скончался Н. Е. в старом родительском доме, куда поехал ухаживать за одиноким параличным братом, будучи сам слаб и болен.

Жизнь Н. Е. была отдана целиком научной работе, и совершать по нем поминки — значит вспоминать о его научной работе. «Эйлер перестал вычислять. Эйлер умер» — говорили о знаменитом математике. Вот также можем мы сейчас сказать: «Введенский перестал работать в лаборатории. Введенский умер».

В одну из последних бесед со мною, через несколько дней после 70-летнего его юбилея, больной, но несколько приободрившийся Н. Е. вспоминал свою пронесшуюся деятельность и со сложным чувством не то удовлетворения, не то затаенной грусти сказал: «Ведь вся моя жизнь прошла, можно сказать, в обществе нервно-мышечного препарата». Мне вспомнилось тогда трагическое слово Э. Дюбуа Реймона: «в течение пятнадцати лет моя жизнь была поглощена созерцанием магнитной стрелки».

Слово Н. Е. не было преувеличением. Он был типическим представителем той старой и славной плеяды физиологов, которая отдавала все силы на изучение этого маленького кусочка жизни, — нервно-мышечного препарата, — в той уверенности, что изучить до конца механизм жизни этого кусочка — значит найти принципиальные пути для проникновения в наиболее сложные загадки процесса возбуждения.

Что же видел Н. Е. в этом долгом общении, один на один, с нервно-мышечным препаратом лягушки?

Надо признать, что, обозревая работы Н. Е., испытываешь редкое удовольствие, чувствуя единство общего замысла, стройную неуклонность мысли в его выполнении и прекрасную последовательность в его логическом и экспериментальном развитии.

После первых работ, которые были, так сказать, пробой пера Н. Е. — о влиянии света на рефлекторную возбудимость и о дыхании, уже в 1883 г. Н. Е. входит в главное русло своих работ, посвященных нервно-мышечному аппарату.

Нервно-мышечный аппарат состоит из трех различных тканевых элементов: нервного ствола, мышцы и двигательных нервных окончаний между ними. Каждый из этих элементов имеет свои особые физиологические свойства.

Еще в 1792 г. знаменитый Вольта высказал догадку, что обыкновенное, сплошное и длительное сокращение работающей мышцы может быть результатом суммирования отдельных коротких приступов возбуж-

дения. Англичанин Волластон в 1810 г. обратил внимание на так называемый «мышечный тон», т. е. звук, издаваемый деятельною мышцею, и предположил, что в основе естественного длительного возбуждения мышцы лежит ритмика отдельных одиночных возбуждений 14—36 в секунду. В 1864 г. Гельмгольц определял эту ритмику в 18—20 в секунду. Это так при естественном возбуждении с нервных центров. Но как обстоит дело, если нервно-мышечный препарат получает в искусственных условиях очень частые ритмы?

Большим открытием было, когда в 1881 г. Бернштейн и Шёнлейн показали, что обыкновенный телефон достаточной чувствительности способен уловить ритмику возбуждений в мышце. Но этим авторам не удалось уловить подобной ритмики при возбуждении нерва.

В 1883 г. Н. Е. Введенский опубликовал основную работу: «Телефонические исследования возбужденных нервов», которая, можно сказать, и определила всю его дальнейшую научную карьеру. Работая в лаборатории Дюбуа Реймона, Н. Е. впервые обнаружил, что телефон Сименса и Гальске улавливает и нервное возбуждение, как процесс ритмический. С любовью вспоминая Н. Е., как в лаборатории Дюбуа приходил однажды вечером Гельмгольц нарочно, чтобы познакомиться с открытием молодого Введенского. Открытие было огромного значения. Телефон улавливал те «токи действия» в тканях, которые соответствуют отдельным приступам возбуждения в них. Отдельные приступы возбуждений, очень короткие, могут следовать с высокими ритмами. Тогдашние гальванометры были слишком инертны для того, чтобы улавливать краткие токи, следующие с высокими ритмами. Телефон оказался чрезвычайно чувствительным и вместе настолько подвижным реоскопом, что при его помощи стало возможно улавливать самые высокие ритмы «токов действия» в возбуждающихся тканях. *Встал на очередь вопрос об отношении ритмики возбуждения к ритмике раздражения.*

Подвергая ритмическим раздражениям то мышцу, кураризованную или нормальную, то нерв и отводя к телефону то участки возбуждающейся мышцы, то нерва, Н. Е. Введенский обнаружил, что входящие в состав нервно-мышечного аппарата ткани воспроизводят ритм раздражения с различной податливостью, т. е. им присуща *различная функциональная подвижность*. Нервное волокно способно воспроизводить в секунду еще до 500 отдельных периодов возбуждения, соответственно 500 периодам раздражения в секунду, и притом удерживает эту способность к высоким ритмам очень прочно в течение многих часов, не трансформируя этих ритмов. Мышца сама по себе имеет предельный ритм около 200—250 в секунду, но и их воспроизводит чисто лишь в первые моменты раздражения, а затем быстро переходит к более низким, трансформированным ритмам; иными словами, высокий ритм около 200—250 в секунду быстро изменяет функциональную дееспособность мышцы, — утомляет ее, делает ее еще менее лабильной. Замечательно, что если мышца будет теперь получать раздражения не непосредственно, а через нерв, то предельным ритмом, доступным ей, окажется теперь всего 150—100 в секунду, и более высокие ритмы будут быстро вызывать в мышце трансформирования и рокоты низкого ритма. Значит, мышца, получая импульсы через посредство двигательного нервного окончания, обнаруживает функциональные изменения и утомление еще скорее. Это значит, что прежде, чем добраться до мышцы, импульсы принуждены пробиться через двигательные нервные окончания, а эти последние, по своей лабильности, оказываются еще ниже мышцы и, вследствие этого, мышца

всегда хорошо защищена от эксплуатации слишком частыми импульсами с нерва.

Эти телефонические данные сразу обнаружили целый ряд очень важных обстоятельств.

Перечислим их.

Прежде всего нерв удивительно стойко, многими часами, удерживает свою способность воспроизводить высокие ритмы возбуждения. Что же это значит? Надо думать, что он, как чисто служебный орган нервной системы, как своего рода телеграфный провод, может работать с огромной неутомимостью.

В 1884 г. появилась работа Н. Е. «Как быстро утомляется нерв?» Телефоническая картина понятна и убедительна не для всякого. Для непосвященных надо добиться наглядного и осязательного доказательства неутомимости нерва. Введенский остроумно усовершенствует методу блокирования нерва постоянным током, по Бернштейну, дает метод минимальных поляризаций и осязательно дает видеть, что нерв не утомляется еще в течение 9 часов непрерывного раздражения. Тогда же, в 1884 г., он намечает новые методы для доказательства неутомляемости нерва — кураризированием и охлаждением.

Несколько лет спустя метод кураризирования применен американцем Боудичем на мякотном нерве теплокровного, а метод охлаждения применен англичанами Галлибертоном и Броди на безмякотном нерве теплокровного же. Эти авторы, и целый ряд других, подтвердили парадоксальный факт неутомляемости нерва. Надо вспомнить, что со времен Гельмгольца никакие поиски не могли обнаружить никаких теплообразований при деятельности нерва. Хилл еще в 1912 г., имея возможность уловить термобатареей $1^{\circ} 10^{-6}$ С и менее, не мог заметить теплообразования от возбуждения нерва. Если разрушение вещества в нерве при его работе так ничтожно, то уже и не так удивительна его неутомимость. На теоретические возражения Введенский ответил в 1885 г. требованием пересмотреть самое понятие «утомления» в его точном физиологическом значении.

Далее оказалось, что знаменитый закон «суперпозиции возбуждений», по Гельмгольцу, имеет для мышцы и для двигательных окончаний нерва очень ограниченное значение, так как с переходом к более частым импульсам отдельные волны возбуждения не только не накладываются более друг на друга, но вскоре ведут к трансформированию ритмов вследствие поглощения и уничтожения отдельных волн.

Лабильность ткани подавляется не только слишком частыми, но и слишком сильными раздражениями. Чем менее лабильна та или иная ткань, тем менее высокие ритмы оказываются для нее предельными и тем легче в ней наступают, от частых и сильных раздражений, явления угнетения, когда она будет проводить их все более редкими, задерживать, совершенно не пропускать далее. В нервно-мышечном аппарате ниже всего на шкале лабильности стоят концевые пластинки нерва. Именно в них скорее всего сказываются *угнетающие влияния слишком частых и слишком сильных раздражений*.

В какой наглядной картине должно выразиться на деятельной мышце такое отношение между частотой и силой раздражения, с одной стороны, и величиною суммарного возбуждения — с другой? Надо думать, что лишь при тех умеренных ритмах и силах раздражения, когда ритмика импульсов хорошо воспроизводится в ритмике возбуждения, общая работа мышцы удовлетворительна. Когда же слишком частое и слишком сильное раздражение ведет к трансформации и к угнетению

подвижности ткани, и рабочий эффект в мышце должен быть уменьшенным. Докторская диссертация Н. Е. «О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе» (1886) подробно описывает и исследует явления *Оптима и пессима тетанического раздражения на нервно-мышечном аппарате*. Кураризованная мышца этих явлений не дает: они получаются лишь при проведении с нерва через двигательные нервные окончания. Пессимум не есть истощение сократительных сил мышцы. *Это процесс задержки в двигательном нервном окончании. Здесь все аналогично явлениям в сердце при торможении с блуждающего нерва*. Все дело в угнетении мало лабильного концевго аппарата у нерва.

Впервые намечается перспектива нового, теоретического освещения процесса торможения. Это не истощение (Ш и ф ф) и не интерференция волн возбуждения (Ц и он); также это не какой-нибудь таинственный «анаболический процесс», допускаемый из натурфилософских соображений (Геринг, Гаскелл, Ферворн). Это обыкновенный диссипляционный процесс работы и деятельного возбуждения в ткани, сопровождаемый тратою вещества; только возбуждение это произошло путем суммирования слишком частых для данной ткани волн возбуждения, поэтому оно утратило колеблющийся характер и более не может сообщить импульсов соседним и последующим тканям.

Таким образом торможение начинает рассматриваться, как частный случай возбуждения, *только возбуждение это своеобразное — стойкое и неколеблущееся*. В силу отсутствия колебаний в этом местном возбуждении (скажем, в двигательном окончании нерва, или в концевом аппарате вагуса в сердце) — возбуждение более не может передаваться от этих окончаний к мышце.

Работы самого Н. Е. и его лаборатории за десятилетие 1887—1898 гг. посвящены детальному доказательству того, что один и тот же раздражитель в одной и той же ткани может иметь и возбуждающее и угнетающее влияние в зависимости, с одной стороны, от силы и частоты раздражения, а с другой — от лабильности действующей ткани. *Чем больше сила и частота раздражения и чем ниже лабильность ткани, тем легче наступают явления суммирования и угнетения в ней*. Вместе с тем делаются первые попытки перенести исследования с нервно-мышечного препарата на нервные центры. Ищутся доказательства в пользу того, что и центры трансформируют ритмы раздражения («Du rythme musculaire dans la contraction normale», 1891. «Du rythme musculaire dans la contraction produite par l'irritation corticale», 1891).

Experimentum crucis для Н. Е. была попытка вызвать на самом нерве явления задержки и угнетения *при искусственном понижении лабильности в его отдельном участке*. Тогда местные свойства в измененном нервном участке сближались бы со свойствами концевых пластинок. Не получились ли бы тогда в самом нерве явления, напоминающие свойства концевых пластинок? В 1900 г. появляется большая работа: «Die fundamentale Eigenschaften des Nerven unter Einwirkung einiger Gifte», подтверждающая это предположение. Целый ряд разных ядов, а также химических и физических деятелей, вызывает в местном участке нерва понижение лабильности, угнетение и задержку входящих волн возбуждения. При этом сильные и частые импульсы ускоряют в измененном участке наступление угнетения и уже не проводятся через него, тогда как слабые и редкие импульсы еще могут пройти через него и передать возбуждение последующим тканевым элементам (явления «парадоксальной проводимости»).

Яды и наркотики — это те же возбудители нерва, только слишком сильно действующие и оттого дающие уже не положительное возбуждение, а местное угнетение и задержку. *Намечается широкое и заманчивое обобщение торможения и наркоза, как частных случаев возбуждения.* Н. Е. готовится выступить перед Европой с широкой обоснованной теорией интимных процессов в возбудимых элементах. В 1901 г. он, в виде предварительного и пробного шага, выпускает по-русски свое известное сочинение «Возбуждение, торможение и наркоз», где последовательно развивает *теорию парабיוза*. Затем он готовится к немецкому изданию этого сочинения. С волнением и глубоким интересом ждал он появления его идей в раскрытой форме перед европейскими физиологами. «Это труд и оправдание всей моей жизни», — писал он Пфлюгеру в 1903 г., прося его поместить сочинение в его Архиве, а затем выпустить его отдельной книгой. «Как-то понравится все это нынешней молодежи?» — говорил, улыбаясь, Н. Е. В 1903 г. появилось немецкое издание «*Eregung, Hemmung und Narkose*», доведенное до подлинного изящества законченностью своей экспериментальной и логической аргументации. Однако европейский мир не оказал той живости впечатлений от сочинения, которой ожидал Н. Е. Сразу откликнулись лишь из Бонна Пфлюгер, да из Парижа Дастр, характеризовавший книгу Введенского, как «*memoire classique*». Для того чтобы вникнуть в идеи Введенского, чтобы оценить их, чтобы понять открывающиеся из них перспективы, нужны были годы. Годы эти идут, и на наших глазах в курс идей Введенского входят все новые и новые физиологи Европы.

Прежде всего новейший метод регистрации электрической деятельности тканей — метод струнного гальванометра Эйнтховена — подтвердил почти до деталей все, что было открыто Введенским методом телефона. То, что с 1883 г. открыто для уха телефоном, стало ныне очевидным для глаза на фотограммах с колеблющейся струны новейшего гальванометра. Отчего телефон, в качестве индикатора физиологического возбуждения, оказался менее популярным, чем струнный гальванометр, или даже чем капиллярный электрометр, — прибор гораздо менее удивительный для физиологических исследований? Это интересный вопрос для психолога. Обычные, не нарочито музыкальные люди разбираются более объективно и отчетливо, а потому и более охотно, в оптических впечатлениях, чем в акустических.

В 1906 г. Н. Е. делает решительную попытку перенести свои взгляды в область физиологии нервных центров. Ряд фактов побуждает думать, что в лице нервного центра возбуждение встречает аппарат весьма малой функциональной подвижности, — еще меньшей подвижности, чем окончания двигательного нерва. Он непрерывно трансформирует приходящие к нему частые ритмы раздражения в собственный, сравнительно очень низкий ритм, оказывающийся в эфферентном нерве в 15—45 в секунду. Переходы от возбуждения к торможению должны быть здесь особенно удобны, и особенно под влиянием наркотизирующих средств. На первый раз Н. Е. исходит из старинного предположения, что стрихнин облегчает прежде всего иррадиации возбуждений в центрах, так что возбуждение в отравленных центрах делается всеобщим и однообразным. Введенский думает облегчить себе исследование центральных переходов от возбуждения к торможению именно общим стрихнинным отравлением. В работе «Возбуждение и торможение в рефлекторном аппарате при стрихнинном отравлении» (1906) Н. Е. пытается установить, что условия, переводящие возбуждение в торможение центров, по существу те же самые, что и в периферических органах. И с этой точки зрения, при-

нительно к периферическим торможениям, намечается последовательность стадий стрихнинного отравления в центрах.

Однако явления в центрах скоро оказываются слишком сложными для того, чтобы на них можно было так легко перенести точку зрения, выработанную для периферических приборов. Воззрения Н. Е. на центральные отношения в 1906 г. слишком упрощены в угоду теории парабриоза. Бросается в глаза крайний схематизм. Разница в действии чувствующих нервов на центры определяется будто бы лишь толщиной нерва, т. е. количеством действующих одновременно волокон. Корроборация (взаимное подкрепление) возбуждений получается всегда от двух слабых раздражений, а торможение всегда от двух сильных. Возбуждение и торможение эффектов относятся почему-то исключительно к двигательным нейронам центральной нервной системы. Основательно доказываются пока два факта: что один и тот же нерв, при разных условиях раздражения, может стать для центров и возбуждающим и тормозящим; а затем, что стрихнин вызывает в центрах, наряду с возбуждениями, также и торможения.

Чтобы оценить положение процессов торможения в центральной нервной системе, необходимо помнить, что самые обыденные *координации* наших мышечных реакций опираются на одновременные возбуждения одних центров и торможения других, рядом лежащих центров. Чтобы произвести простое сгибание пальца или локтя, нужно центральное возбуждение (сокращение) для одних мышц сочленения и одновременное центральное же торможение (расслабление) для других мышц того же сочленения. В 1908 г., в совместной работе со мною, Н. Е. пробует подчинить эти *координирующие торможения в центрах* своему правилу, т. е. усмотреть в них частные случаи парабриоза. Однако, помимо большого интереса новых наблюдений над иннервацией антагонистов, в теоретической своей части эта работа не может считаться успешной.

В моей диссертации 1911 г., поданной Н. Е., я привел достаточно данных, показывающих, что мы не можем ставить характер получающегося центрального эффекта в простую зависимость от силы раздражения чувствующего нерва, или центра, так как между раздражаемым нервом и реагирующим аппаратом всегда почти вмешиваются сложные межцентральные влияния. Неизбежно принимать в расчет межцентральные источники возбуждения. А тогда дело так осложняется, что простые количественные отношения между раздражением и эффектом совершенно уходят из наблюдения. Кроме того, есть общие соображения, побуждающие думать, что координирующие торможения могут протекать независимо от парабриоза. Когда животное предается усиленному глотанию пищи, его локомоторный аппарат находится в торможении. Значит ли это, что на аппарат локомоции приходится теперь более усиленное или учащенное раздражение, чем в том случае, когда он стимулируется к нормальной работе? Какая невероятная трата энергии должна была бы происходить на простое исключение того, что сейчас не нужно, тогда как уже умеренных и редких раздражений достаточно для положительной работы того центра, который сейчас нужен. Рядом с торможениями парабриотической природы (например, при центральном шоке, при испуге, при перераздражении) в центрах наверное возможны и весьма распространены торможения более экономической природы, требующие малых энергий раздражения для своего протекания. В период выработки торможений вновь, когда мы с нарочитым трудом исключаем ненужные движения, учась писать, играть на скрипке, ездить на велосипеде, — весьма вероятно — новые торможения достигаются усиленными и уча-

щенными импульсами. Но координирующие торможения привычных, обыденных, отчетливо выработанных иннерваций наверно имеют возможность осуществляться без особых затрат энергии, экономически.

В упомянутой работе 1911 г. я описал оригинальное явление: центры глотания или дефекации, возбужденные адекватными стимулами, могут существенно изменять реакции кортикальных центров так называемой двигательной зоны в том смысле, что волны возбуждения из последних не вызывают теперь нормальной работы конечностей, а лишь усиливают текущее возбуждение глотания и дефекации. В 1912 г. Н. Е. Введенский ищет вызвать аналогичные отношения в спинном мозгу лягушки длительным раздражением так называемого чувствующего нерва слабыми токами. В то время как я рассматриваю эти отношения, как нормальные межцентральные зависимости, Н. Е. склонен был видеть в них нечто патологическое и пожелал назвать описанное состояние центров словом *истерииозис*.

В 1903 г. Н. Е. находит более простой объект для исследования парабиоза в нервных клетках, в нервных элементах сердца. Он исследует эффекты от одновременного раздражения обоих блуждающих нервов на сердце, сближая концевые аппараты этих нервов в сердце, с одной стороны, с нервными центрами, с другой — с концевыми пластинками двигательных нервов. Обнаруживаются корроборации как для тормозящего (при более сильных раздражениях), так и для возбуждающего (при более слабых раздражениях) действия *vagorum*. По мере умирания препарата торможения в нем ослабевают и сменяются положительными эффектами. Все это, в самом деле, сближает зависимости в концевых приборах *vagorum* с зависимостями в концевой пластинке двигательного нерва.

В 1914 г. Н. Я. Перна описал мимоходом интересное явление. При поляризации нерва постоянным током, вдали от интраполярного участка, устанавливаются по длине нерва устойчивые функциональные изменения, как бы стоячие волны пониженной и повышенной возбудимости. Перна не оценил этого оригинального явления и счител его потом даже методическою ошибкою в опыте. Н. Е. Введенский, напротив, оценил это явление как весьма важный факт иннервации и с 1916 г. сел за его детальное исследование. В его руках здесь открылось чрезвычайно важное дополнение к знаменитому полярному закону Пфлюгера, чреватое, без сомнения, важными перспективами в физиологии нервного проведения. Н. Е. усвоил этим явлениям имя *перизлектротона* и придавал им громадное значение. Материалы и общие результаты этих последних исследований нашего ученого еще ждут своей очереди для опубликования в изданиях Академии наук.

Как видно, работы Н. Е. в громадном своем большинстве оказываются рядом тем, развивающихся все одним последовательным руслом. В области периферических иннерваций он строго и изящно обосновал учение о ритмических процессах возбуждения в нерве и его двигательных окончаниях, учение о неутомляемости нерва, закон относительной лабильности тканевых элементов, оптимум и пессимум силы и частоты раздражения, теорию торможения как парабиоза — стойкого и неколеблущегося состояния возбуждения. Затем сделана попытка перенести руководящие точки зрения в область нервных центров, и здесь намечены далекие перспективы для новых изысканий. Особняком от общего русла стоят юношеские работы: о влиянии света на рефлекторную возбудимость (1879), о дыхании лягушки (1881); затем сделанная в 1889 г. у Боумена химическая работа «Об углеводах в мозге», интересные наблю-

дения «О взаимном отношении между психомоторными центрами» (1896), описание нового индукционного аппарата с выравниванием индукционных ударов (1907) и, наконец, последние работы над периелектроном.

Покойный Н. Е. обладал огромной настойчивостью и неутомимостью в преследовании намеченных научных задач. Необходимо признать за ним также большую отвагу мысли. Нужна была большая отвага, чтобы выступить с учением о «неутомляемости нерва», и, в ответ на почти всеобщие возражения, потребовать пересмотра самого понятия «утомления» в физиологии. Не меньшей отвагой звучит для меня слово в одной беседе со мною, когда дело шло об особенностях проведения в рефлекторном аппарате: «Двигательное нервное окончание, да чем же это не центр?» Большое мужество и самобытность мысли, тонкая критика, строгость и такт — неотъемлемые черты Н. Е.

Для нас, учеников Н. Е., всегда доставляла огорчение чрезвычайно малая известность покойного среди соотечественников. Отчего происходила эта обидная непопулярность его у нашей интеллигенции? Прежде всего он сам не принимал *решительно никаких шагов для популяризации своих идей*. А затем из настоящего моего очерка, я думаю, многие усмотрят, что и при самой общедоступной форме изложения идеи Н. Е. продолжают быть весьма специальными. Живое волнение, отзвук и глубокий конкретный интерес они вызовут скорее всего в душе исследователя, — теоретика-физиолога, физика живого вещества, быть может, математика-физиолога будущего.

В речи, сказанной мною Н. Е.-чу весной этого года, по поводу его 70-летнего юбилея, я сблизил умственный склад покойного и характер его мышления с фарадеевским. Потом мне кое-кто высказывал возражения. Но я повторяю и сейчас это сближение. Н. Е., как Фарадею, характерно чуждо абстрактное математическое мышление. Как Фарадей, он предпочитает мыслить конкретными образами, картинami и, как у Фарадея, его образы оказываются пророчесственными. Однажды блеснувший перед его умственным взором счастливый образ бегущих по ткани ритмических волн возбуждения, которые, попав в более инертные области, сливаются, трансформируют свой ритм с тем, чтобы уже более редкими ритмами перейти в дальнейшие участки тканей, — подчинение всего этого принципу относительной лабильности проводящих элементов; заторможение всякого проведения там, где суммирование волн доходит до сплошного, неколеблющегося возбуждения: вот этот первоначальный образ, осветивший некогда нашему ученому его научную дорогу и указавший ему новые факты. В общественном признании Фарадея есть два соотносительных факта — это его собственные заслуги и способность общества воспризнать его заслуги. Будем надеяться, что и здесь будет сходство в судьбе Н. Е. с фарадеевской. Я, со своей стороны, не сомневаюсь, что имя Н. Е. Введенского будет все популярнее по мере того, как его ученики и продолжатели покажут на наглядных открытиях плодотворность перспектив, которые он дал науке.

ТОРМОЖЕНИЕ ВСЛЕД ЗА ВОЗБУЖДЕНИЕМ¹

(Совместно с И. А. Ветюковым)

I

Давно известна картина, получающаяся вследствие присоединения коркового раздражения к рефлекторному, когда они подкрепляют друг друга. Это *Bahnung* Экснера: очень слабое в отдельности корковое раздражение, присоединяясь к очень слабому же в отдельности раздражению чувствующего нерва, производящего реакцию в том же направлении, в сумме дают чрезвычайно сильный эффект [1].

Исследуя явления этого рода в 1910—1911 гг., один из нас получил картину, побудившую его предположить *тогда после Bahnung возникновение каких-то тормозящих факторов в центрах*. Как только подкрепление с коры прекратится, «где-то рождаются другие, тормозящие импульсы, настолько сильные, что может произойти расслабление мышцы, несмотря на то, что продолжается раздражение чувствующего нерва, удерживающего эту мышцу в состоянии сокращения» [2]. В то время опыты велись на кошке при слабом наркозе.

Тогда было высказано возражение Н. Е. Введенским, что это не торможение, а утомление центров. Это постоянное явление в истории учения о торможении: всякий раз, как открывался новый случай торможения, слышались возражения, что дело не в торможении, а в утомлении, истощении. Когда братья Вебер [3] списали торможение сердца с вавгуса, Шифф [4], Будге [5], Мошотт [6] утверждали, что это утомление. Когда потом Пфлюгер [7] обнаружил тормозящее действие нерва на внутренности, Шифф опять толковал это как утомление [8]. То же случилось при открытии центральных торможений Сеченовым.

Другого рода возражения стремились свести дело на антагонистическую борьбу мускулатуры на периферии. В эту сторону Мунк и Шлоссер толковали кортикальные торможения, открытые Бубновым и Гайденгайном [2], а Уоллер [10] толковал рефлекторное торможение, описанное Фикком.

В отношении тех торможений в центрах, о которых говорится у нас, ссылаться на периферическую борьбу мышц не приходится, ибо регистрируемая мышца дистальным сухожилием освобождалась от костных рычагов и таким образом была свободна от каких бы то ни было влияний антагонистов. Остается возражение, что это будто бы утомление. Как отличить торможение от утомления?

Прежде всего, мы думаем, все согласятся, что утомление есть явление *дефективное* в ткани, паразитный процесс, неизбежная неприятность, сопровождающая всякую работу и осложняющая ее по сравнению

¹ Новое в рефлексологии и физиологии центральной нервной системы. Сборник статей под редакцией В. М. Бехтерева, 1925, стр. 51.

со свежим и бодрым состоянием органа. Правда, недавно явилась теория, что местные утомления могут иметь *защитное значение* против истощения в собственном смысле [11]. Эта теория дает, однако, видеть лишь то, что наша нервная организация учитывает явления утомления и экономически борется с ними. Но утомление все-таки остается отклонением от нормы. И остается в силе определение Пфлюгера, что *утомление есть засорение органа продуктами распада*.

Что надо считать отличительными признаками торможения?

Во-первых, надо, чтобы было чему тормозиться, т. е. чтобы был такой процесс, который прекращался бы от данного фактора и возобновлялся бы по его миновании. Торможение тем особенно и отличается от утомления, что стимулы, приходящие к органу, находят в нем, тотчас по миновании тормозящих факторов, совершенно бодрый, попрежнему реагирующий прибор; тогда как однажды начавшееся утомление должно лишь углубляться от вновь приходящих стимулов.

По миновании тормозящего фактора работоспособность органа может оказаться даже повышенной, экзальтированной. Эта зависимость во времени от момента действия тормозящего фактора является первым, можно сказать, *внутренним признаком торможения*.

Второй признак торможения может быть назван *внешним*. Если нам удастся заметить, что временное угнетение в определенном органе имеет координирующее значение для работы других органов и организма в целом, мы говорим, что данное угнетение входит в функциональный план организма и, по тому самому, это уже не отклонение от рабочей нормы, не истощение, а своевременное, координирующее торможение.

Вот с обеих этих сторон и предстоит подвергнуть критике то положение, что корроборация влечет за собою, в самом деле, торможение.

II

Тогда же, при описании этих торможений вслед за возбуждением, один из нас высказался в том смысле, что мы имеем тут дело не со специально кортикальными явлениями, но наверное с неким общим свойством центров [2]. Поэтому опыты были теперь проведены *на спинальной лягушке*. В качестве индикатора, на котором предстояло наблюдать торможение, служил *ритмический рефлекс сгибания* в ответ на отдельные индукционные удары от индуктория Дюбуа Реймона при 2Д и метроне. Затем присоединялись раздражения, способные *подкрепить* (усилить) эти ритмические рефлекссы, и наблюдалось, не появятся ли признаки угнетения после таких подкреплений, или корробораций.

Старый опыт научил нас искать деликатнейших координационных отношений в сфере наиболее слабых раздражений, близ порога; и это особенно для тетанических раздражений, которыми мы здесь пользуемся как подкрепителями. Добившись отдельных ритмических рефлекссов на *m. semitendinosus* с *n. peroneus* той же конечности (типичский нерв сгибания), мы присоединяли очень слабую тетанизацию другого, сгибательного же нерва *tibialis* той же конечности.

При этом наблюдается следующее. Скажем, на 50 см шкалы индуктория мы получаем с *tibialis* ясное подкрепление ритмического сгибания. Но стоит лишь немного усилить подкрепляющее раздражение, перейдя, например, на 49 см шкалы, как наступает уже не подкрепление, а угнетение. Легко видеть, что переход к угнетению зависит здесь от силы именно тетанического раздражения, ибо некоторое усиление одиночных раздражений *peronei* даже содействует подкреплению, дей-

стает в руку корроборации. Так легко при электрическом раздражении центров перейти те пределы, которые дают пороговые рефлекторные влияния. Мы обращаем особенное внимание на это по следующим причинам. Общепринятое представление, вошедшее в учебники, гласит, что центры чрезвычайно инертны в отношении фарадических раздражений, особенно одиночных индукционных ударов, что пороги рефлекторной возбудимости по сравнению с нервно-мышечным аппаратом вообще чрезвычайно высоки; и рефлекторный прибор склонен давать собственно лишь суммированные эффекты. Воззрение, будто центры невосприимчивы к одиночным индукционным ударам, разрушено Лангендорфом [12]. Но кроме того, у одного из нас издавна было подозрение, что видимая тупость центров в отношении электрических раздражений есть не нормальное свойство центров, а всего лишь результат неосторожной методики раздражения [13]. Нетерпеливое прибегание к сильным раздражениям сразу создает в центрах процессы угнетения, и тогда экспериментатор имеет перед собою не нормальные «пороги возбудимости» работающих центров, характеризующие пределы восприимчивости нервного вещества к электрическим влияниям, но своеобразные парабитические реакции центров, вызванные и поддерживаемые его же раздражением. Видимых эффектов от раздражения нет, но не от того, что повысились пороги восприимчивости центров к электрическим раздражениям, а от того, что применяющиеся раздражения вызывают и поддерживают уже парабитоз центров. Фактически очень осторожное раздражение чувствующего нерва на совершенно свежем препарате теплокровного может давать рефлексы почти на таких же расстояниях катушек, как и те, которые отвечают порогу нервно-мышечного прибора. Сужение шкалы действующих раздражителей происходит большею частью от угнетения в центрах. В данных наших опытах мы видим, что на 50 см шкалы можно получать в центрах положительные эффекты от тетанизации в порядке корроборации, тогда как уже незначительного усиления тетанизации достаточно, чтобы перейти к явлениям торможения.

III

Возвратимся к явлениям, возникающим тотчас вслед за корроборациями. Почти всякий раз, когда подкрепляющее раздражение дает усиление ритмического рефлекса, вслед за подкреплением обнаруживается *временный упадок амплитуды* ритмического рефлекса. Это наблюдение ободрило нас в наших исканиях, и мы стали подбирать те условия раздражения, которые содействуют этому ослаблению рефлексов после подкрепления. Оказалось, что более резко выраженное подкрепление влечет за собою уже не уменьшение амплитуд, а полный *выпад следующих за ним рефлексов*. Если на *peroneus* падает, скажем, 100 последовательных индукционных ударов в минуту, при подходящей силе последних мы получаем такой же ряд ритмических рефлексов в *m. semitendinosus*. Если во время такого ритмического ряда присоединить тетанизацию *tibialis*, которая в отдельности так слаба, что еще не дает видимых рефлекторных эффектов или дает едва заметные эффекты, скажем, 40 см шкалы индуктория при частоте 60 в секунду, во время тетанизации наступает усиление очередных рефлексов от *peroneus*, но тотчас по прекращении подкрепляющей тетанизации выпадает ряд следующих очередных рефлексов.

Явление это несомненно стоит в зависимости от силы и частоты применяющихся раздражений. Усиление отдельных индукционных ударов, вызывающих подкрепляемый рефлекс, не вредит явлению, пока

ритмические рефлексы не начнут сливаться в суммированные эффекты. Наиболее частота отдельных индукционных ударов 80—120 в минуту. Меньшие частоты не дают достаточно стойких и однообразных рядов ритмических рефлексов. Большие частоты ведут к суммированным возбуждениям. С другой стороны, сила и частота подкрепляющих тетанизаций легко становятся чрезмерными, когда вместо подкрепления получают угнетения и картина чрезвычайно осложняется. Детальное выяснение того, как описываемое нами явление зависит от частот и сил раздражения, будет дано нами впоследствии.

Теперь продолжим наше описание. В общем более резко выраженная корроборация влечет за собою тем более выраженное угнетение. Можно было бы думать, что именно факт происшедшей корроборации в центрах, а не порядок внешних раздражений, обуславливает описываемое угнетение. Но это не совсем так: иногда даже и не дав заметной фактической корроборации, слабое подкрепляющее раздражение оставляет после себя тормозящий след.

Угнетения после корроборации лишь временны. Погасив 1, 2... 5 очередных рефлексов, они прекращаются. Вслед за тем ритмические рефлексы восстанавливаются; иногда это восстановление оказывается не надолго, и дальнейший ряд рефлексов оказывается заглушенным, быть может, от утомления; в других случаях восстановившиеся ритмические рефлексы продолжают правильными рядами с прежней силой; наконец, они после восстановления могут оказаться даже усиленными, увеличенными по амплитуде. Иногда после временной фазы угнетения наступает в *semitendinosus* настоящая экзальтация суммированного, тетанического характера. Тогда мы имеем следующую последовательность фаз в нашем явлении:

- α — фаза корроборации от подкрепляющего раздражения,
- β — фаза временного угнетения,
- γ — фаза экзальтации после угнетения.

Когда подкрепляющее раздражение действует сильно, в фазе α мы имеем уже не увеличенные по амплитуде ритмические рефлексы, но сплошные рефлекторные тетанусы. Вслед за ними точно так же наступает временное угнетение ритмических рефлексов, т. е. фаза β .

Подкрепление рефлексов можно получить не только с ближайшего нерва — синэргиста, но, при известных условиях, и с отдельных чувствующих нервов. Так, подкрепление ритмических рефлексов с *peroneus* мы получали тетанизациями *n. brachialis* той же стороны. Оказывается, что откуда бы ни была вызвана корроборация, она одинаково влечет за собою временное угнетение ритмических рефлексов, т. е. сохраняется вся последовательность перечисленных фаз.

IV

Спрашивается теперь, эти угнетения после корроборации не имеют ли координирующего значения в центрах, т. е. не принадлежит ли им определенное место в плане центральной координации? Чтобы ответить на этот вопрос, мы обратили внимание на то, как ведет себя во время этих реакций *semitendinosi* его антагонист *m. triceps*.

Опыты, поведенные в эту сторону, убедили нас, что фаза угнетения после корроборации, т. е. β , совпадает во времени с экзальтационными явлениями в антагонисте. Это значит, что ритмические рефлексы сгибания, подкрепленные в фазе α , тотчас после подкрепления сменяются отраженными разгибаниями в фазе β с тем, чтобы потом возобновиться и даже усилиться в фазе γ .

Из многих миограмм, которыми мы хотели бы иллюстрировать наше изложение, за недостатком места приводим одну, в которой прекрасно видна последовательная смена фаз нашего явления в сгибателе и совпадение фазы β с экзальтациею его разгибателя.

Мы приходим к выводу, что угнетение после подкрепленного возбуждения в центрах имеет вполне определенное место в том порядке координации, который называется *рессинхронной иннервацией антагонистов*.

Если данные предыдущего отдела говорят нам за то, что угнетения вслед за подкреплением удовлетворяют всем тем условиям, которые мы назвали «внутренними признаками торможения», то теперь мы убеждаемся, что и «внешние» признаки торможения имеются налицо.

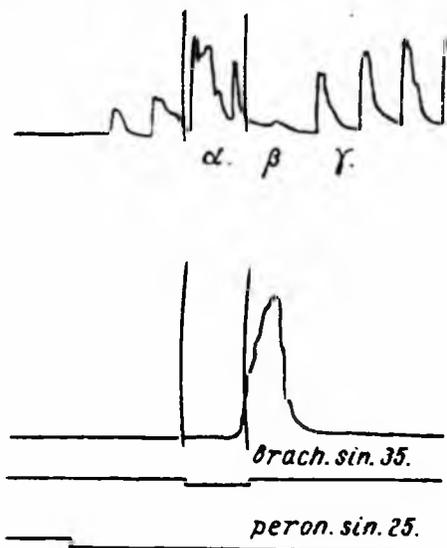
Мы можем сказать утвердительно, что *после фазы возбуждения, подкрепленного электрическими раздражениями, в центрах возникает фаза угнетения, которая носит все внутренние и внешние признаки торможения*.

В последнее время наша лаборатория занята исследованием в спинальных центрах стойких фокусов возбуждения (доминант), характеризующихся тем, что вновь приходящие возбуждения подкрепляют эти фокусы, усиливают соответствующие им реакции, на своих же путях оказываются заторможенными. Возникает вопрос, доколе же продолжается эта односторонняя эксплуатация посторонних возбуждений для подкрепления господствующего фокуса? Что определяет конец доминанты? Мы можем сказать теперь, что в известных условиях корроборация сама по себе может подготовить в подкрепляемом центре торможение как свой непосредственный след.

V

Та физиологическая школа, к которой мы принадлежим, видит в торможении следствие *парабиоза*. В свое время, в юношеском образе мыслей один из нас

жадно выискивал такие формы центральных торможений, которые не укладывались бы в схемы парабиоза. *И торможение вслед за возбуждением* привлекло на себя внимание в особенности потому, что его трудно поставить в какую-нибудь простую зависимость от условий физического раздражения. Тут была загадка для теории парабиоза и это, вероятно, играло значительную роль в том, что покойный Н. Е. Введенский хотел отрицать здесь торможение и сводил дело на утомление.



Миограмма I.

Верхняя кривая — ритмические рефлексы *m. semitendinosi* от индукционных ударов, падающих на *p. peroneus* той же стороны 80 раз в минуту при 25 см шкалы индуктория. Нижняя кривая — реакция *m. triceps femoris* той же стороны. Верхний отметчик: время подкрепляющего раздражения тетанизациею с прерывателем Гальске 60 раз в секунду при 35 см шкалы индуктория. Нижний отметчик: время раздражения *p. peronei* однократными индукционными ударами.

Настоящая работа интересна для нас не только тем, что ею доказывается наличность торможения после корроборации, но и тем, что ею намечаются известные зависимости этого торможения от частоты и силы физического раздражения, только раздражения *не одновременного с торможением, а предшествующего ему*. Тут зависимость торможения от условий физического раздражения гораздо более сложная, чем в известных до сих пор видах парабитического торможения. Тем не менее описанные выше легкие переходы от возбуждений к торможениям в зависимости только от усиления раздражений внушительно говорят за то, что описываемое явление связано с парабитозом, имеет отношение к нему; и мы уверены, что дальнейшее обследование уяснит место этих торможений в развитии парабитоза.

Из чтения книги И. П. Павлова «Двадцатилетний опыт» мы вынесли впечатление, что при условных рефlekсах подкрепляющее раздражение может повести затем к торможению [14]. Для нас еще не совсем ясно, насколько те сложные торможения и подкрепления в методике условных рефlekсов однородны с теми, о которых идет речь у нас. Прекрасное исследование Д. С. Фурсикова, по видимому, говорит о их однородности [15]. И если они в принципе однородны, то, как видим, сложные корковые торможения вслед за подкреплением опираются на *закономерности, присущие еще спинальным центрам*.

Наконец, надо отметить, что описанное нами центральное торможение вслед за возбуждением входит явным образом в те закономерности, которые описывались Шеррингтоном под именем «спинальной индукции», «спинального контраста» [16]. Шеррингтон тщательно изучил эти закономерности на тех вторичных возбуждениях, которые возникают в центрах вслед за торможением. Он назвал их *postinhibitory exaltations* [17]. В нашем случае мы имеем по смыслу ту же последовательность, только наизыворот. Это побудило нас назвать наши явления именем *postextortory inhibitions*.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Exner. Pflüger's Arch. Bd. 28 (1882), s. 487.
- [2] А. Ухтомский. О зависимости кортикальных двигательных эффектов от побочных центральных влияний. Юрьев (1911), стр. 100.
- [3] E. H. u. Ed. Weber. Omodei annali univers. di med. CXVI (1846), p. 225.
- [4] Schiff. Archiv f. physiol. Heilkunde Bd. 8 (1849). Обзор прежней литературы о торможении дан у Мелтцера (Meltzen). Inhibicon. New-York medical Journ. (13, 20 and 27 May 1899).
- [5] Budge. Archiv f. physiol. Heilkunde Bd. 5 (1846).
- [6] Moleschott. Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. VII.
- [7] E. Pflüger. Ueber das Hemmungs — Nervensystem f. die peristaltische Bewegung. Berlin (1855).
- [8] Schiff. Lehrbuch d. Physiol. d. Mensch. (1858).
- [9] Munk. Archiv f. (Anat. u.) Physiol (1881), s. 553. — Schlosser, ibid (1880), s. 303.
- [10] Waller, Brain. vol. 15, p. 180.
- [11] Mc. Dougall. Fatigue. Dublen (1908).
- [12] H. Winterstein. Aus d. Nachlass von Langerdorff. Pflügers Archiv Bd. 127 (1909), s. 519.
- [13] А. Ухтомский. Телефон как раздражитель. Русск. физиол. журн. III (1921), стр. 22.
- [14] И. П. Павлов. Двадцатилетний опыт (1923), стр. 58—59.
- [15] Д. С. Фурсиков. Явления взаимной индукции в коре головн. мозга. Архив биологич. наук, т. XXIII (1923), стр. 195.
- [16] C. S. Sherrington. The integrative Action of the N. S. (1911), p. 194.
- [17] C. S. Sherrington. Flexion reflex of the limb. Journ. physiol. Vol. 40 (1910), p. 98.

РАБОТЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕНИНГРАДСКОГО ГОС. УНИВЕРСИТЕТА
В 1932—1933 гг.

(Директор проф. А. А. Ухтомский) ¹

Лаборатория разрабатывала ряд вопросов, детализирующих наши сведения о парабиотическом состоянии в нервных проводниках. Работы были направлены на выяснение того, как ведет себя очаг стационарного возбуждения в нервных проводниках в отношении набегающих на него волн возбуждения и волн, от него отходящих.

В. С. Русинову в недавнем прошлом удалось показать, что парабиотический участок реагирует на импульсы так, что еще при самом входе в участок волны претерпевают крутой перелом в своем дальнейшем проведении. Иными словами, судьба проводимых волн решается еще в головке парабиотического участка. Эта новость совпадала с данными, полученными в другой методике японскою школою Като, но требовала дополнительных разъяснений. Теперь В. С. Русинов и И. Н. Молоков переисследовали этот вопрос, пользуясь новым методом. Если до сих пор о неравнозначности отдельных поперечных слоев парабиотического участка для проводимой волны мы судили окольным путем по степени растормаживающего действия анэлектротона на отдельные поперечные слои, то теперь дело шло о прямом наблюдении условий проведения через парабиотический участок как в основной ствол нерва, так и в боковые его веточки, в зависимости от того, отходит ли боковая ветвь от головы измененного участка, от середины или дистального конца его. Новый метод дал новые данные в пользу того, что судьба проведения решается еще у самого места входа нормальной волны в область стационарного возбуждения и, сверх того, дал ряд новых замечательных фактов, чреватых последствиями. Сюда относятся следующие черты: быстрое наступление торможения в боковой веточке, когда последняя отходит от главного ствола, еще не доходя до головы парабиотического участка, но от верхней припарабиотической области, в которой лабильность повышена; затем склонность именно маленьких головных участков парабиоза давать проведение с двойным оптимумом; до тех пор, пока боковая ветвь отходит от главного нерва ранее начала парабиотического участка, непроводимость в боковой ветви наступает скорее и восстанавливается ранее, чем в главном стволе; но при вторичном вызове парабиоза на том же приборе наблюдается вариант: непроводимость в веточке наступает одновременно, или даже позже, чем в главном стволе. Эти интересные варианты связаны во всяком случае с началом (головкой) парабиотической области. Когда же боковая ветвь отходит дистальнее головной области, мы имеем однообразные отношения: торможение в боковой ветви наступает всегда ранее, а восстанавливается позже, чем в главном стволе.

¹ Природа, № 3—4 за 1933 г., стр. 163.

В. С. Русинов воспользовался тем же сложным нервно-мышечным препаратом для демонстрации основной теоремы учения о доминанте: всегда возможно подобрать такую стадию развития парабиоза в главном стволе и в боковой ветви, когда импульсы, рождаемые одним и тем же раздражением, одновременно и подкрепляют возбуждение в одних путях, и углубляют торможение в других путях. Иными словами: одно и то же внешнее раздражение служит подкреплению и текущего возбуждения и сопряженного с ним торможения, и все это в зависимости только от состояния лабильности в действующих станциях назначения.

Н. В. Голиков детально изучал развитие на нерве парабиоза при местном стрихнинном отравлении. Отчетливо выявлены две фазы изменения лабильности проводника, сначала в сторону ее повышения, затем в сторону понижения. При этом автор дал освещение вопроса о месте и роли усвоения ритма для функции проведения. В сотрудничестве с Меркуловым Голиков занимается определением изменения хронаксий вдоль по нерву при развитии местного парабиотического участка. При этом также выявлено двуфазное изменение лабильности, а затем с совершенною ясностью установлено, что при значительных расхождениях хронаксий в отдельных участках проводника проведение через последний все еще осуществляется и, стало быть, принцип изохронизма Л. Лапика нельзя принимать так прямолинейно, как это делалось.

М. В. Кирзон заканчивал свою многолетнюю работу над парабиозом симпатического проводника. Если эффекты от раздражения симпатического проводника сказываются в особенности в повышении лабильности тех приборов, на которые симпатикус действует, то сам симпатикус оказывается системой малой лабильности, и это побуждает ожидать, что парабиотическое состояние должно развиваться в нем еще легче, чем в путях центральной нервной системы. Кирзон занимается выяснением особенностей парабиотического состояния в симпатической системе по сравнению с ним в центральных проводниках.

Е. К. Жуков провел очень тщательную работу над развитием колориметрических изменений в нерве при развитии температурного парабиоза. Он мог заметить, что участок будущего парабиоза переживает сначала сдвиг активной реакции в основную сторону, затем из середины его появляется постепенно красная, т. е. подкисленная полоса, постепенно расширяющаяся и отодвигающая участки ощелочения на фланги, т. е. в припарабиотические области, так что лишь в конце такой эволюции и получают известные нам картины О. И. Романенко. Эти изменения активной реакции не причины, а продукты и следствия парабиотического состояния. Затем Жуков показал, что обработка нерва монодуксуснокислостью солью влечет за собою необратимое прекращение проводимости, развивающееся, впрочем, вначале с типической стадией парадоксальной проводимости.

М. П. Березина и Е. А. Гусева закончили очень важную для нас работу по восстановлению проводимости в задушенном нерве в бескислородной среде под влиянием факторов, специально повышающих лабильность проводника (адреналин и стрихнин в слабых концентрациях). Поскольку восстановление проводимости после парабиоза связано с повышением лабильности и с сокращением рефракторных фаз в проводнике, мы убеждаемся из данных Березиной и Гусевой в отсутствии непосредственной связи этих функций с дыхательным обменом нерва: убеждаемся в самостоятельном значении фактора лабиль-

ности для функции проведения возбуждений: наконец, поскольку сам по себе стрихнин и адреналин не вызывают вспышки газообмена и заметных признаков возбуждения, возникновение этих последних, а равно и сокращение рефракторных фаз, требующееся для восстановления проведения, идет под прямым воздействием нервных импульсов с нормального нерва. Иными словами, перед нами типичное усвоение ритма и притом в бескислородной среде.

П. А. Киселев и В. А. Меркулов специально исследовали влияние импульсов с блуждающего нерва на дыхательный центр в зависимости от состояния лабильности в последнем. Импульсы п. vagi прежде всего увеличивают тонически-слитное возбуждение дыхательного центра (остаточную инспирацию) и вместе с тем создают торможение фазных возбуждений дыхания. С перевязкою каротид остаточный инспираторный тонус выпадает и, с понижением лабильности центра, более значительные раздражения вагуса начинают давать уже экспираторные остановки, которые, впрочем, еще могут переходить в различные степени инспирации. Аналогично прекращению кровообращения на дыхательный центр действует и наркоз. Явления торможения в дыхательном центре выражены наиболее при раздражении вагусов в условиях снижения лабильности центра. Эффект от раздражения симпатикуса (учащение дыхательного ритма и увеличение амплитуд) может быть получен независимо от децеребрации (на кролике). Этот эффект требует более сильных раздражений, характеризуются более длинным скрытым периодом и продолжительным последствием. Наиболее сильные эффекты переходят на последствие. При наличии симпатического эффекта инспираторная остановка с вагуса не получается; не достигается и экспираторная остановка в ответ на сильное раздражение вагуса. Симпатический эффект сводится на повышение лабильности дыхательного центра.

В. В. Болдырев изучал торможение в сердце так называемым Vagusstoff'ом, стремясь найти принципиальный мост между этим гуморальным торможением и механизмом парабриотического торможения. Лишь в более глубокие стадии парабриотического торможения это последнее связано с прогрессивным упадком лабильности тормозного субстрата. Напротив, в первую фазу развития парабриоза непроводимость может иметь место при симптомах явно повышенной лабильности и сокращения рефракторных фаз. Гуморальное торможение сердца с вагуса сближается скорее всего именно с этим периодом парабриотического торможения.

С. И. Горшков и Е. А. Гусева приступили к детальному обследованию первого и второго пессимума проведения в нервно-мышечном аппарате тепловыводного в условиях Бриско. Уже в настоящее время вполне очевидна зависимость того и другого от силы и частоты действующих импульсов, а также их физиологическое значение, как разграничительных зон между областями позно-тонической и фазно-тетанической деятельности. Перед нами очередная проблема о том, как создается усвоение ритма в нервно-мышечной системе с переходом из области позно-тонической в область фазно-тетанической иннервации.

Специально для учения о доминанте очень важны работы, с одной стороны, Д. Г. Квасова, с другой — Э. Ш. Айрапетьянца и В. Балакшиной. Квасов провел большую работу над значением механических сопротивлений текущему рефлексу и связанных с таким сопротивлением проприоцептивных рефлексов для подкрепления текущего рефлекса. Первая работа в этом направлении была проведена у нас Н. А. Шошиной, которая натолкнула нас на неожиданный

нами факт, а именно, что сопротивление может вести не к подкреплению, но к торможению и извращению текущего рефлекса. К в а с о в подробно проследил, что механическое сопротивление может иметь на текущий рефлекс типичное двуфазное действие с подкреплением в начале и с затормаживанием в дальнейшем.

Э. Ш. Айрапетьянц сделал следующее замечательное наблюдение: рефлексы Шеррингтона в поясничных сегментах спинного мозга, изолированных от вышележащих центров поперечным сечением мозгового ствола, тормозятся закономерно, во-первых, с продолговатого мозга (на децеребрированной кошке в моменты приступов тошноты) и, во-вторых, с коры (при напряженных установках на движения мышцы в поле зрения, или на азартно лающую собаку). В этом и в другом случае посредниками передачи тормозящих влияний на поясничный мозг оставались нервные пути исключительно через симпатикус. В настоящее время Айрапетьянц с Балаксиной заняты изучением той роли, которая лежит на симпатикусе при образовании сопряженных торможений при доминантах.

К ПЯТНАДЦАТИЛЕТИЮ СОВЕТСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ¹ (1917—1932)

I

Никогда, вероятно, физиологическая наука не была предметом столь широкого и пристального общественного внимания, как в стране Советов за эти 15 лет. Некоторое подобие ее нынешнего положения у нас она переживала в Европе в половине XIX столетия, когда писатели и философы отправлялись слушать Клод Бернара и Людвига, и, несколько позднее, в России, когда начинал свою деятельность И. М. Сеченов. Но круги, захваченные тогда интересом к физиологии, были без сравнения уже, чем теперь; и, во всяком случае, никогда дело не доходило до готовности жертвовать столь крупные государственные средства на постановку физиологического исследования, как это делается у нас в отношении институтов И. П. Павлова, покойного В. М. Бехтерева, или в отношении Харьковского института мозга. Притом нужно вспомнить, что ассигновки эти на физиологическое исследование делались у нас не от избытка, не из меценатства, но, можно сказать, несмотря на скудность. Ибо ведь первые субсидии физиологическим институтам делались еще в то время, когда страна едва начинала оправляться от войны и голода.

Никогда также русская физиологическая наука не привлекала к себе такого внимания Запада, как в эти 15 лет, в особенности во вторую их половину. Европа привыкла видеть в русской науке свою ученицу и склонна рассматривать ее достижения, как успешные упражнения ученицы на те темы, которые заданы учительницей; их следует поощрять, но вряд ли они могли бы научить чему-либо новому и неожиданному самой учительнице. Бывало так, что иностранные ученые средней руки не удерживались от нескольких покровительственного тона в отношении И. М. Сеченова.

Следует считать большим достижением последних лет, что представители европейской и американской науки начали приезжать в физиологические лаборатории Советской России не как туристы, но с определенной задачей поработать и почерпнуть новое.

Человеком, прекратившим покровительственное отношение западных школ к русской физиологии и поставившим русскую физиологическую науку в положение общепризнанного равноправия с ее германскою, английскою, французскою и итальянскою сестрами, был И. П. Павлов. Маститый русский ученый проложил глубокий след в физиологической науке мира еще в прежнее время известными работами над пищеварительными железами. Доведя до мастерства приемы экспериментальной хирургии на пищеварительных органах, Павлов имел возможность продвинуть далеко и глубоко те задачи, которые были по-

¹ ОГИЗ-МЕДГИЗ. 1933, Л.—М.; Физиолог. журн. СССР, т. 16, вып. 1, 1933.

ставлены его германским учителем Гейденгайном, и значительно опередить во многом немецких учеников последнего. Еще в то время, в период работ над пищеварительным трактом, Павлов собрал около себя многочисленную сплоченную школу молодых работников, большую часть воспитанников Военно-медицинской академии, — «Павловскую школу физиологов», которая стала вполне самостоятельной группой рядом с «Сеченовскою школою физиологов», представителями которой были Н. Е. Введенский, В. В. Пашутин, Б. Ф. Вериго, Н. П. Кравков, Г. В. Хлопин, С. С. Салазкин, А. Ф. Самойлов, М. Н. Шатерников и Ф. Е. Тур.

Лет тридцать тому назад Павлов направил внимание своей школы на область иннервации пищеварительных желез с высших органов чувств. Поводом послужило случайное наблюдение одного из сотрудников над тем, что при некоторых условиях разнообразные раздражители акустического, зрительного, обонятельного и осязательного рецепторов могут становиться на положение регулярных стимуляторов для возбуждения пищеварительных желез. Вид куска колбасы у животного, однажды имевшего случай его съесть, регулярно вызывает затем пищеварительное сокоотделение. Перед нами физиологическое выражение того, что английские психологи называли в свое время «ассоциациями», и, в то же время, это на наших глазах новообразующийся рефлекс, способный закрепиться в животном на всю жизнь, временно скрываясь и тормозясь с тем, чтобы потом заявить о себе вновь.

Выяснение условий для образования таких реакций и законов их протекания, определение нервного субстрата, который для них требуется, и освещение вопроса о значении их для поведения животного — послужили началом для учения о так называемых «условных рефлексах», которое с особенным напряжением разрабатывалось школою И. П. Павлова именно в эти последние 15 лет в двух лабораториях: в физиологическом отделе Института экспериментальной медицины и в физиологическом институте Академии наук СССР. Полное представление об этой работе дают две книги И. П. Павлова: 1) вышедший в настоящем году уже пятым изданием «Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных» и 2) «Лекции о работе больших полушарий головного мозга». Первая, изданная впервые в 1923 г., переведена теперь на английский и немецкий языки, вторая, вышедшая по-русски в 1927 г., переведена на английский, французский и испанский языки и в 1932 г. вышла на немецком. Учение об условных рефлексах впитало в себя и спаяло в неразрывное целое две главы прежней физиологии, излагавшиеся до сих пор вполне отдельно друг от друга: это — учение о функциях большого мозга и учение об органах чувств. Эти главы в недавнем прошлом представляли собой две методологически совершенно различные области, так что человек, приступая к главе об органах чувств, чувствовал себя так, как будто он въезжал в совсем новое царство, не имеющее ничего общего с тем, что изучалось до сих пор в главе о центральной нервной системе, а глава о центрах, в свою очередь, была чем-то совсем отрезанным от учения о пищеварении.

Павлов вернул натуральное единство тому, что оказывалось разъединенным вследствие разнообразия аналитических установок в разных отделах физиологии. Глава об органах чувств преобразилась при этом в учение об анализаторах, непосредственно упирающееся в физиологию головного мозга, поскольку анализаторы не представляют собой чего-то самостоятельного, но играют роль рецепторов для рефлекторных

дуг головного мозга. В свою очередь, большой мозг, и в особенности кора полушарий, из вполне обособленного и очень таинственного по своим отправлениям органа, превратился в органически спаянный с анализаторами *ганглий*, принужденный рефлекторно реагировать, во-первых, на то, что делается в данный момент времени во внутреннем хозяйстве организма, во-вторых, на то, как ближайшая внешняя среда текущего момента действует на покровы организма, и, в-третьих, что приносят высшие анализаторы слуха и зрения от раздражителей на расстоянии. Кора полушарий — это постоянный посредник между тем, что делается от момента к моменту внутри организма, и тем, что в то же время делается в окружающей организм среде. Из удачного сопоставления того и другого слагается нормальное поведение животного. Наиболее общими процессами, из которых слагается поведение, являются возбуждение и торможение физиологических приборов. Торможение является тем оформляющим фактором, который образует известную скульптуру и закономерную определенность из активной массы возбуждения, которая, сама по себе, оставалась бы в коре слепой и хаотической. Как возбуждение, так и торможение — процессы, способные распространяться в нервной массе с известною скоростью, причем распространение торможения всегда идет медленнее, чем распространение возбуждения.

Подобно тому, как в свое время И. М. Сеченов различал «тормозящие влияния» головного мозга на рефлексы и «эксито-тормозящие действия» периферического раздражения, — И. П. Павлов различает «внутреннее» и «внешнее» торможения. У Сеченова это различие вело к тому, что тормозящие влияния мозга становились продуктом деятельности специальных тормозящих центров, т. е. в конце концов продуктом внутренней самодеятельности организма, поскольку они противопоставались эксито-тормозящим действиям внешнего раздражения. Подобно тому у Павлова «внутреннее торможение» рисуется по преимуществу как активное, внешнее же — как пассивное явление в центрах. Эти различия, наверное, не последнее слово, которым нам придется довольствоваться в этой области, их приходится пока брать как схемы, имеющие практическое значение в обиходе лаборатории.

В 1922 г. И. П. Павлов поставил заново проблему о физиологической природе сна, указав, что сонное состояние связывается непрерывными переходами с явлениями центрального торможения и именно — с явлениями «внутреннего», т. е. активного торможения. Здесь можно заметить лишний раз, как относительно наши представления о физиологическом покое. В частности, при разговорах о сне мы обыкновенно считаем, что сон есть физиологический покой по преимуществу, но не имеем для этого других оснований, кроме того признака, что сон приносит «отдых» и обновление от возбуждения и работ. На основании этого признака есть столько же оснований говорить, что нормальный сон есть активность, специально направленная на процессы восстановления и реституции в тканях и органах, эксплуатировавшихся при бодрствовании. Еще Н. Я. Перна считал, что сон физиологически есть переключение на другую деятельность, но отнюдь не бездеятельность организма — переключение на такую деятельность, которая несовместима с деятельностями бодрственного состояния и потому вытесняет эти последние. Если переключение не удается, организм переживает крайне тягостное и изнурительное состояние как бы борьбы сна и бодрствования. Германский клиницист Штрюмпель приводил в пользу характеристики сонного состояния, как состояния бездеятельности, на-

блюдения над людьми с крайне суженной сферой рецепции: как только последние окна для сообщения с внешней средой у таких субъектов преграждались, у них наступал экспериментальный сон. Недавно подобные картины воспроизведены на собаках в лаборатории проф. А. Д. Сперанского (доктором Галкиным). И. П. Павлов предлагает различать эти формы «пассивного» сна вследствие отсутствия рецепций и «активный» сон, связанный с торможением, распространяющимся из коры полушарий. Понимание сонного состояния как торможения дает возможность заново пересмотреть природу так называемого гипноза на животных. Работа доктора Бирмана освещает этот последний как частичное торможение или частичный сон коры полушарий вследствие торможения более или менее обширных кортикальных полей.

Весьма большое влияние на ход работ в лабораториях И. П. Павлова имели данные проф. Д. С. Фурсикова (1921—1924), наводившие на мысль, что корковые реакции типа условных рефлексов подчинены тому типу центральных зависимостей, который установлен Шеррингтоном для спинальных реакций в скелетной мускулатуре под техническим именем «ресипрочных иннерваций». Фурсиков открыл, что положительный условный рефлекс, протекающий тотчас за тормозным дифференцировочным рефлексом, оказывается увеличенным, и он же, протекая тотчас за положительным условным рефлексом, оказывается уменьшенным. Как в схематике Шеррингтона для спинного мозга говорится о том, что всякий рефлекс, протекая в данный момент времени и являясь большим или меньшим отклонением от уравновешенного состояния в организме, тем самым «наводит» (индуцирует) в центрах другие рефлексы, направленные на поддержку и восстановление равновесия, т. е. рефлексы более или менее «антэргетические» первому, так стали понимать дело и для корковых реакций. Как в спинальной иннервации Шеррингтон говорил о возникновении уравновешивающих реакций, во-первых, одновременно с текущим рефлексом («индукция по одновременности»), и, во-вторых, последовательно тотчас за ним («индукция по последовательности»), так стали говорить тоже и для корковых реакций. Пишущий эти строки еще в 1910—1911 гг. настаивал на том, что «нет никакого основания ограничивать сферу ресипрочной иннервации областью иннервации анатомических и механических антагонистов. В такие же ресипрочные отношения могут становиться и другие, очень разобщенные между собою центры, когда они регулируют определенное состояние какого-нибудь органа». Вполне очевидно, что применение схемы Шеррингтона о ресипрочной иннервации и об индукции в каждом отдельном случае мотивируется тем, что индуцируемая реакция является по существу уравновешивающей для индуцирующего рефлекса. Весь смысл индукции по Шеррингтону в том, что ею поддерживается (в порядке одновременности) и восстанавливается (в порядке последовательности) «нервный баланс» организма, нарушенный возникшим рефлексом. Стало быть, для того чтобы получить право прилагать понятия индукции и ресипрочной иннервации к той игре возбуждений и торможений, которая вскрывается в коре методом условных рефлексов, надлежит в каждом отдельном случае дать отчет в том, в какой мере вторично возбуждаемые или тормозимые сейчас реакции в прочих частях коры и организма возвращают в самом деле организму нервное равновесие, нарушенное первично вызванным рефлексом. Индукция в каждом отдельном случае есть ближайшая внутренняя реакция организма на ту реакцию, которую мы вызвали в нем первично воздействием со вне. Еще можно было бы вы-

разить дело так: если первичная реакция есть ближайший отраженный акт на воздействие со вне и во вне, то индукция есть вторичный отраженный акт внутри организма, всего прочего его хозяйства и его центров — на первично возникшую в нем переменную (реакцию). И. П. Павлов представляет, что под влиянием той или иной стимуляции со вне в коре большого мозга, кроме первичного фокуса возбуждения в области непосредственно задетых анализаторов, возникает сложная «мозаика» соприкасающихся своими границами возбужденных и тормозных участков. Если такая «мозаика» возникает вследствие индукции и подчинена закону индукции, то это значит, что она не геометрическая, и не механическая, т. е. определяется не расстоянием и близостью взаимно влияющих друг на друга участков, но функциональная, т. е. определяющаяся тем, что совокупность возбужденных и заторможенных приборов в «мозаике» данного мгновения обеспечивает в теле динамическое равновесие в сторону сложившегося направления реакции.

Одним словом кортикальная «мозаика», если она есть выражение закона индукции, есть не конгломерат из отдельных кусочков и не рябь на поверхности пруда под ветром, но цельная картина и установка, отражающая в себе более или менее полно данный момент взаимодействия организма с его средой и наличную степень уравнивания его внутри себя, так что физиолог будущего по этой кортикальной картине мог бы расшифровать, что сейчас человек делает там, на периферии, и что надо от него ожидать в ближайшем будущем, если, конечно, не слишком изменятся внешние условия.

Новая, очень важная, глава в учении об условных рефlekсах начата работою проф. И. П. Разенкова (1924) над трудными дифференцировками двух воспитуемых реакций с резко различными эффектами, но с более или менее сходственными сигнальными раздражителями. Пусть, например, раздражителями служат тактильные импульсы двух серий — одна более, другая менее частная, а эффект в первом случае тормозной, а в другом — возбуждающий для секреции слюнной железы. При попытках выработать такую точность узнавания и четкости ответа, собаки сразу распадаются на разряды с большей или меньшей способностью, выносливостью и, так сказать, емкостью для восприятия новых навыков. Разенков описал весьма замечательные картины дезориентировки и как бы спутанности, которые наступают в этих условиях в менее прочных нервных организациях. Как кажется, тут получаются симптомы парабитического торможения в центрах. Из этих работ возникает серия исследований над «типами» нервной организации у собак. Вопрос необыкновенно интересный. Получаются указания, что между собаками возможно различить все гипократовские «темпераменты». Само собой понятно, что в таких «тестах» на типы и степень ценности нервной организации требуется чрезвычайная осмотрительность, особенно при попытках перенести их на людей. У плохого учителя весь класс оказывается состоящим из меланхоликов и тупиц; тут бывает нужно как можно скорее спасти мальчиков от учителя. Основной вопрос здесь в том, насколько перед нами в самом деле прочно сложившийся, органический тип нервной системы, или только временное состояние, функциональное отклонение, переживаемое данною нервною системою, быть может, под влиянием самой обстановки наблюдения.

В таких тонких делах, как «высшая нервная деятельность», экспериментатору приходится опасаться самого себя более, чем где бы то ни было, дабы не выводить потом «нормальных закономерностей» и «обязательных правил» на основании того, что наделал в опыте своими соб-

ственными руками. Человек — поистине мощное существо: он изменяет среду вокруг себя в сторону своих субъективных данных, еще прежде, чем заметит это и захочет этого. Дурной преподаватель не только имеет субъективные основания жаловаться на малоуспеваемость своих учеников, но и он в самом деле превращает их в дурных учеников, дезориентирует и превращает в «экспериментальных невротиков» — ленивцев и скучающих индифферентов — так что потом, даже попав в руки подлинного мастера, мальчики не сразу воспрянут и загорятся желанием работать.

Условные рефлексы — это вновь воспитывающиеся рефлексы, т. е. начатки нового образца поведения. В то время как обычные рефлексы рисуются нам как шаблонные реакции, всегда повторяющиеся одинаково и одинаково возвращающие организм к исходному состоянию, здесь в области новообразующихся рефлексов — дорога к движению вперед, к восхождению, к достижению лучшего. Я позволяю себе повторить здесь то, что имел случай сказать в другом месте: «наиболее важная и радостная мысль в учении И. П. Павлова заключается, по моему убеждению, в том, что работа рефлекторного аппарата не есть топтание на месте, но постоянное преобразование с устремлением во времени вперед... Из того, что при аномальных условиях высшие достижения сдаются наиболее легко, а наидревнейшие остаются, не значит, что наидревнейшие суть основы поведения человека», а новые и высшие не являются таковыми. Из древнейших животных инстинктов поведение современного нам нормального человека можно понять столько же, сколько и из свойств яйца и зародыша... Суровая истина о нашей природе в том, что в ней ничто не проходит бесследно и что «природа наша делается».

Насколько «природа наша делается», как далеко идет ее пластичность, в какой мере и каким образом изменчивы инстинкты — вот ряд захватывающих по важности вопросов перед новой наукой. Все это поистине новые вопросы перед новой наукой, ибо вся традиционная установка, давно сложившаяся в старой науке, причала к аксиоме, что природа потому и природа, что она неизменна, а инстинкт потому и есть природный фактор поведения, что он неизменен ни при каких условиях. Нужно, очевидно, сдвинуться с этой абстрактной аксиоматики, понять ее условность, вырваться из круга избитых силлогизмов, чтобы понять открывающиеся задачи во всей полноте. В частности, в школе И. П. Павлова намечены работы биологической станции в Колтушах в следующих двух направлениях: а) генетика условных рефлексов и б) влияние воспитания на склад нервной деятельности. Можно сказать заранее, что исследования на животных в обоих этих направлениях дадут очень много уже в ближайшие годы и для хозяйственной практики в стране, и для теории. Но заранее же ясно и то, что для учения о человеческом поведении и его определителях здесь могут быть добыты лишь отдаленные аналогии. Человек и его поведение есть продукт, во-первых, соматического, и, во-вторых, культурно-бытового наследования, причем значение последнего преобладает все более. Когда же мы заинтересовываемся собственно культурно-бытовыми определителями человеческого поведения, мы вступаем в область значительно более конкретного опыта и более конкретных факторов, чем те, которыми мы довольствуемся в области физиологии.

Школа И. П. Павлова в нынешнем ее состоянии представляет собой совершенно исключительное явление в истории науки как по размаху своей деятельности, так и по числу работников, отдававших и все

вновь отдающих ей свои дарования и силы. Людям радостно, что они стали членами одного тела, «школы Павлова». В этом ее сила. Я надеюсь, что сотрудники И. П. Павлова не посетуют на меня за то, что в этой маленькой статье я не пытаюсь рассказать о их работе, каждого в отдельности.

Из прежних учеников И. П. Павлова успели сложиться в самостоятельных ученых и руководителей новых поколений советских физиологов несколько работников с определившимися почтенными научными именами. Назову из них Н. П. Тихомирова, Л. А. Орбели, Г. П. Зеленого, В. В. Савича, Г. В. Фольборта, И. С. Цитовича, Н. И. Красногорского, Н. А. Рожанского, А. Н. Крестовникова, И. П. Купалова, Н. А. Попова. От них идут научные внуки И. П. Павлова.

За последние 10 лет выделилась как самостоятельная, вполне определяющаяся и очень деятельная школа советских физиологов — школа исключительно талантливого Л. А. Орбели. Она развивалась в трех лабораториях: Научного института имени П. Ф. Лесгафта, 1-го Ленинградского медицинского института и Военно-медицинской академии. Л. А. Орбели в сущности продолжал ту работу павловской школы прежнего времени, которая была оставлена И. П. Павловым ради новой общей темы — условных рефлексов; это — физиология органов ассимиляции и выделения с их иннервацией. Высокая экспериментально-хирургическая техника дала возможность раскрыть важные новые черты в работе кишечного тракта и, в частности, в работе панкреатической железы: периодическая деятельность пищеварительного тракта сохраняется и тогда, когда перерезаны все связи его с центральной нервной системой; среди сложных взаимоотношений между различными отделами тракта, во время приступов периодической деятельности, можно различить зависимости в форме как синергизма, так и антагонизма; независимо от гуморальных стимулов для отдельных звеньев пищеварительного тракта установлены рефлекторные стимулы, действующие в ту же сторону; например независимо от гуморального стимулирования со слизистой оболочки желудка на секрецию поджелудочной железы установлен бесспорный рефлекс с полости рта на поджелудочную железу. Это весьма поучительные иллюстрации к принципу многократного обслуживания органов. Притом обнаруживается, что железы желудка и поджелудочной железы рефлекторно реагируют на различные пищевые раздражители слизистой оболочки рта различно. Перед нами пример того, как одновременное обслуживание одного и того же прибора из различных источников (в данном случае — гуморального и центрально-нервного) может, с одной стороны, обеспечивать, что за выпадом одного из источников стимуляции дело восполняется другим; с другой стороны, оно может становиться координирующим фактором для деятельности прибора, поскольку стимулы из различных источников вступают в конфликт между собою.

В области выделительной системы Л. А. Орбели разработал оригинальную методику выведения наружу участков из стенки мочевого пузыря с естественными отверстиями мочеточников, причём остальная мочевая пузырь иссекается. Оперированные таким образом животные после оправления от операции могут жить без признаков заболевания 6—7 лет. Получается прекрасная обстановка для хронических опытов. На подготовленной таким образом собаке ведутся сравнительные определения количества и состава мочи из того и другого мочеточника при условии, что одна из почек нормальна, а другая подвергнута тем или иным изменениям. Накопившиеся до сих пор данные у учеников

Орбели приводят к выводу, что в общем может считаться близкой к правде старинная теория, видевшая в процессе почечного выделения выражение фильтрации продуктов из крови с последующим обратным всасыванием воды в кровь.

Начав с проблем вегетативной физиологии, Орбели не мог оставить в стороне вопросов иннервации. Очень интересны наблюдения и идеи Л. А. в области центральной иннервации. Я надеюсь, что он не посетует на то, что я излагаю их здесь в тех перспективах, которые близки мне самому и как они понимаются нашей школой. Это выходит у меня почти непроизвольно. Орбели с сотрудниками установил замечательный факт, что участок скелетной мускулатуры, будучи лишен проприоцептивной чувствительности, становится рефлекторно-отзывчивым на самые разнообразные импульсы, могущие возникнуть в центрах, вплоть до дыхательной периодики. Деафферентированный участок мускулатуры становится индифферентным резонатором на всевозможные ритмы волн, диффузно распространяющихся из центров. С этим первым наблюдением Орбели сопоставляет второе: при экстирпации мозжечка наступает подобная же индифферентная отзывчивость на разнообразнейшие импульсы уже не изолированного участка мускулатуры, но огромных ее масс. Если в первом случае «расстройство» было местным за выпадом местных проприоцептивных импульсов, то во втором случае «расстройство» стало общим за выпадом «главного ганглия проприоцептивных иннерваций» — как мозжечок характеризовался у Шеррингтона. Из сопоставления первого и второго наблюдения выходит, что регуляция рефлекторной возбудимости и возбуждений получается путем сужения первоначальной диффузной и индифферентной отзывчивости, причем суживающим фактором является в первом случае «тормозящее» действие местных проприоцептивных дуг, а во втором — «тормозящее» же действие главного ганглия проприоцептивных дуг — мозжечка. Отсюда вывод первый: координация вторична и получается для спинальных и среднемозговых рефлексов принципиально так же, как для коры полушарий — путем сужения первоначально-диффузного эффекта возбуждения на строго определенных путях. Затем вывод второй: это сужение эффекта возбуждения на строго определенных путях получается путем столкновения диффузно разливающегося возбуждения со встречным противоположным процессом торможения, который и вводит процесс возбуждения в его нормальные берега.

Я думаю, что те, кто знаком с данными и ходом мысли в нашей школе, понимают, насколько родственны и близки взгляды Л. А. Орбели на центральный процесс к взглядам Н. Е. Введенского и моим, но только до того, что мною выделено под именем вывода второго, и также того, что из этого вывода вытекает. Мы считаем, что диффузно-разлитой эффект возбуждения вступает в определенные границы не потому, что возбуждение сталкивается с торможением; мы думаем, что подобное почти субстанциальное противоположение между возбуждением и торможением может дать лишь фиктивные «объяснения» данным, как бы ни были авторитетны и широки круги, склонные к таким объяснениям прибегать; со своей стороны, мы обратили бы внимание в особенности на то, что в замечательных наблюдениях Орбели одни и те же местные проприоцептивные дуги приходится признавать то сужающими и тормозящими местную возбудимость центров (наблюдение первое), то также и расширяющими ее диапазон и возбуждающими местные центры (наблюдение второе), т. е. один и тот же возбуждающий фактор фактически становится и тормозящим, и воз-

буждающим в зависимости от условий действия. Мы чувствовали бы себя совсем вместе с Л. А. Орбели, если бы было наконец признано, что отзывчивость действующего эффектора — то диффузно-безразличная, то более специализированная и суженная — зависит от лабильности этого эффектора в наличный момент времени, т. е. от более или менее тупого оптимума частоты импульсов или, напротив, от узкоопределенного оптимума частоты импульсов, на который способен отзываться действующий резонатор в текущий момент времени.

Славу школы Л. А. Орбели составили замечательные работы над автономною иннервацией, причем намеченный учителем план атаки повел сразу к целому ряду достижений, во многом неожиданных. Надо вспомнить здесь имена сотрудников Л. А. Орбели: А. В. Тонких, К. И. Кунстман, А. Г. Гинецинского, В. В. Стрельцова, А. В. Лебединского, Г. В. Гершуни, А. А. Волохова, А. Т. Худорожеву, Е. М. Крепса, С. И. Гальперина. Исходя из той роли, которую играет симпатикус в работе сердца. Орбели построил гипотезу, что и на скелетной мышце ему принадлежит, вероятно, трофическая и как бы приспособительная (адаптационная) роль в отношении раздражителя. Было в самом деле открыто, что раздражение симпатикуса повышает работоспособность утомленной мышцы, изменяет ее возбудимость, облегчает проведение импульсов с нерва на мышцу, наконец, изменяет способность денервированной мышцы развивать тоническое сокращение под влиянием сосудорасширяющих нервов и химических агентов (ацетил-холина, никотина). В то же время раздражение симпатических нервов влечет в мышце изменение электропроводности, теплообразования, скорости развития трупного очождения, скорости освобождения и ресинтеза молочной кислоты, проницаемости для молочной кислоты и для ионов.

Эти эффекты искусственного раздражения мышцы воспроизведены затем в условиях натуральной иннервации; этим доказывается наличие в организме специальных рефлекторных дуг, регулирующих возбудимость и дееспособность скелетной мускулатуры через посредство симпатической системы.

В дальнейшем такое «адаптирующее» действие симпатической системы найдено для органов чувств и для нервных центров. Я думаю, что именно здесь, на основе этих замечательных данных о регулирующих факторах, для облегченного проведения и для задержки импульсов в проводящих системах мы найдем общий язык и общее разумение. В свое время, когда А. В. Тонких сообщила о том, что кислотные рефлексы задних конечностей лягушки тормозятся под влиянием раздражений симпатикуса, я сказал Л. А. Орбели, что с нашей точки зрения это значит определенно, что лабильность центров под влиянием симпатических импульсов изменяется; судя по эффектам симпатикуса на мышцах, она чрезмерно возрастает, так что теперь импульсы с кожных рецепторов более или менее резко гетерохронны относительно приступов возбуждения в центрах и не проводятся последними. Это было до американского съезда 1929 г. А проездом из Америки Л. А. Орбели нашел в общей работе с Л. Лапином, что под влиянием симпатических импульсов хронаксия субстрата действительно сокращается, по крайней мере на мышце. Судя по этому, влияния симпатикуса, каковы бы ни были их физико-химические последствия в субстрате, физиологически имеют своим результатом изменения лабильности, и изменения резкие: ибо, как убеждает нас опыт, хро-

наксиметрия способна уловить лишь более или менее резкие и устойчивые изменения лабильности. Теперь выяснено в лабораториях Л. А. Орбели, что раздражение симпатической системы влечет в самом деле резкие изменения в скорости распространения возбуждения по серому веществу центральных органов. Скорость распространения есть функция от длины волны, от быстроты ее завершения во времени, т. е. опять-таки от лабильности. Можно считать, таким образом, доказанным, что симпатический эффект сводится, в конце концов, физиологически к более или менее выразительному скачку в лабильности субстрата, на который симпатикус действует. А будет ли результатом этого усугубленное возбуждение, или торможение текущих импульсов из других источников, это будет зависеть от общей обстановки работы субстрата, от его способности возбуждаться в темп раздражителя и устанавливаться на ритм последнего.

Мы можем еще сказать так: отзывчивость эффектора на импульсы из определенной станции зависит от степени совпадения лабильностей станции, импульсы отправляющей, и эффектора, импульсы принимающего. Но здесь нельзя говорить о раз навсегда установленных резонантных парах. Резонанс в довольно широких пределах может устанавливаться на ходу реакции, т. е. лабильность эффектора может приспособляться к лабильности станций, импульсы отправляющей. Одним из существенных факторов этого приспособления (адаптирования) резонатора к текущему ритму импульсов служит симпатикус.

Из филиалов школы И. П. Павлова, руководимых учениками нашего ученого и успевших сложиться за эти 15 лет в самостоятельные очаги для воспитания советских физиологов, необходимо отметить лабораторию И. С. Цитовича (Сев.-кавказск. мед. институт). Здесь разработана самостоятельная оперативная методика для работы над почечным выделением в условиях хронического опыта; впервые доказано, что почка *in situ*, не потерявшая связи с текущим обменом веществ в организме, обнаруживает закономерный рабочий ритм независимо от того, голодает животное или питается. На фоне этого «автоматического» ритма определенным образом отражаются такие физиологические состояния и факторы, как напряженная мышечная работа, беременность, роды, лактация, выключение отдельных эндокринных органов, боль и т. д. Установлен интересный факт регенерации мочевого пузыря после удаления мочевого пузыря. Далее предпринято впервые сравнительно-физиологическое изучение условных рефлексов, быстроты их образования, а также образования условных тормозов на животных, начиная от лягушки, до собаки включительно. При этом вплотную подошли к решению вопроса о наследовании индивидуально-приобретенных признаков (опыты на поколениях морских свинок).

В Харькове (Украинский психо-неврологический институт) сложился крупный филиал школы Павлова под руководством профессора Г. В. Фольборта, известного своими исследованиями над тормозными (отрицательными) условными рефлексимами. Всякое привнесение неожиданных и сторонних раздражителей мешает шаблонному воспроизведению и укоренению условного рефлекса так же, как оно «рассеивает внимание» и мешает сосредоточению в области самонаблюдения. Необычный раздражитель производит это отрицательное действие на условный рефлекс только пока остается новым и необычным. Когда он утонет в пестрой массе других случайных раздражителей среды, он перестанет мешать протеканию заученного акта, становится элементом привычного фона для последнего. Но если необычный раздражитель

будет долгое время повторяться в специальной связи с условным стимулом, он возобновляет свое тормозящее действие на рефлекс и, мало того, становится в ряд привычных раздражителей уже не стимулирующего, но тормозящего значения. Призовой стрелок сумеет возобновить мастерскую стрельбу на новом стрельбище, поскольку ему удастся «отвлечься» от особенностей нового пейзажа; но если среди прочих особенностей нового стрельбища окажется такая, что при всякой наводке на мишень выскакивает преждевременная сигнализация махального, эта черта обстановки будет тормозить четкость стрельбы, и сигнализация махального делается условным стимулом для тормозного эффлекта на основной рефлекс. Сам по себе нейтральный раздражитель приобретает тормозное действие — перед нами «отрицательный» условный рефлекс. Помимо работ над корою Г. В. Фольборт продолжает прежнюю тематику школы Павлова в области физиологии вегетативных органов. Ему принадлежат ценные исследования над желчной секрецией и над порядком выхода желчи в кишку, затем над механизмом панкреатической и слюнной секреции. Из учеников Фольборта надо отметить С. М. Дионесова и А. Т. Рыскальчук (по Ленинграду), А. М. Воробьева и А. А. Линдберга (по Харькову).

С. М. Дионесов дал ценное исследование над соотношением между нервными и гуморальными факторами панкреатической секреции; затем им изучались скорость и состав рефлекторного слюноотделения в зависимости от силы и качества раздражения и от эндокринных влияний (питуитрина и адреналина). Он же исследовал влияние питуитрина на пепсинную секрецию.

А. Т. Рыскальчук изучала зависимость состава слюны от силы раздражения. И у нас, и за границей привлекает к себе все большее внимание сам периферический прибор слюноотделения, который оказывается, пожалуй, не менее сложным, чем нервно-мышечный прибор.

Лаборатория проф. П. М. Никифоровского (Воронежский государственный университет) дала ценные работы в области ферментологии и физиологии центров. Открыт ряд энзимов в семенах растений, имеющих важное значение в экономике питания, выяснен оптимум их действия в зависимости от наличия других сопровождающих ферментов (липазы, оксидазы и др.). Установлены интересные изменения оксидазы и амилазы при различных условиях работы слюнной железы. Предложен новый прибор для работы на сердце холоднокровного. Изложена новая теория циклических явлений в организме. Выявлен механизм действия гормона зубной железы на утомление мышцы. Изучен механизм «статического плавания» человеческого тела. Предложена новая методика изучения рефлексов у черепахи, допускающая изучение высших рецептов этих животных.

Лаборатория проф. Е. И. Синельникова (Одесса) изучала соотношения между двигательной и секреторной деятельностью кишечника. Обнаружен параллелизм между ними при голодании, зависящий, повидимому, от работы некоторого гормона. Установлены влияния эмоций и аффектов на движения кишечника. Показана зависимость двигательных периодов голодающего кишечника от пищевого режима до голодания (А. Г. Кратиков, В. В. Ковальский). Отмечен взаимный антагонизм между «голодными» движениями и «психическим» сокоотделением желудка. Подробно изучены сокращения толстой кишки (Е. А. Вербицкая). Констатировано, что на лягушке условные рефлексы образуются и при отсутствии полушарий большого мозга. У теплокровных установлена зависимость терморегуляции от условно-рефлекторных

связей (Е. Н. Великанов, А. О. Войнер, Е. А. Молдавская). Е. А. Вербицкая изучала зависимость остроты зрения от освещения и ширины зрачка: оказалось, что максимальная острота зрения отвечает диаметру зрачка в 3 мм.

Лаборатория проф. В. М. Архангельского (Днепропетровский медицинский институт) имела возможность развернуть работу лишь с 1924 г. и вела ее по методу условных рефлексов на следующие общие темы: 1. Взаимодействие между высшими отделами ЦНС и эндокринными органами (в особенности половыми и щитовидною железой) — установлено выразительное влияние половых гормонов на ход протекания условных рефлексов у самцов; приведу несколько деталей из описания автора: «действие имплантата (семенника) на мозг начинает обнаруживаться через 2—3 недели после операции. Происходит постепенное и быстрое ослабление процессов торможения, достигающее в следующие 2—3 недели максимума. Расстраиваются все виды торможения. . . Угашение отрицательных условных рефлексов большею частью сопровождается очень бурными моторными реакциями: визгом, лаем, сильной одышкой. . . Сонливости, и тем более сна, никогда не наблюдалось. Угашение положительных условных рефлексов еще более затруднительно. . . Имплантация нормальному самцу ведет к глубоким расстройствам тормозного и к усилению возбудительного процесса». Интересно отметить, что у самок, в условиях опытов автора, не удалось обнаружить определенных влияний на условные рефлексы ни для одного из половых гормонов. 2. Другая тема лаборатории: влияние голодания на работу коры. Обнаружено, что частичное количественное голодание действует на возбуждающие и тормозные компоненты условных рефлексов более разрушительно, чем полное голодание, и сопровождается продолжительным последствием (недели и месяцы), чего не бывает при полном голодании. 3. Следующая тема, в которую втягивается лаборатория: сравнительная физиология коры.

В Ленинграде приобрели самостоятельное значение лаборатории, руководимые представителями этого старшего поколения павловцев: это лаборатории Г. П. Зеленого, В. В. Савича и Н. И. Красногорского. Г. П. Зеленый едва ли не первый из павловцев поднял в свое время протест против прежней позиции школы в отношении психологии, когда за последней отрицалось вовсе объективное значение. И он же первый стал изыскивать выходы из механической схематики, удовлетворявшей большинство в качестве «единственного научного метода». Зеленый провел очень ценные хронические опыты на собаках без коры полушарий, добившись многолетнего выживания оперированных животных. Новообразования реакций, в смысле получения условных рефлексов, на бескорковых животных нет. Однако выработка новых приспособлений к новым условиям существования, в которых оказывается животное после операции, если оно вообще способно жить, не отрицается. Это сказывается в особенности из сравнения животных, у которых кора удаляется в короткий промежуток времени сразу обширными массами, с животными, у которых извлечение коры растянуто во времени значительно, на ряд последовательных операций. Очень поучительно в этом отношении сопоставление собак Г. П. Зеленого с собаками Н. Ф. Попова.

В. В. Савич развертывает работу павловской школы в особенности в сторону эндокринологии. Ему принадлежит ряд весьма ценных исследований в области иннервации вегетативных органов. Н. И. Красногорский в своей лаборатории взял на себя первый почин в пав-

ловской школе по перенесению условных рефлексов на людей. Ему же принадлежат первые изыскания по определению относительной скорости распространения тормозных процессов в нервной массе.

Я хотел бы много говорить о представителе более молодой группы павловцев, покойном Д. С. Фурсикове, с которым у меня была научная содружественность, едва ли не более чем с кем-либо другим. Тут дело было не в логике, а в общности того дологического склада мышления, которую предопределяется одинаковость рецепции, а затем и одинаковость дальнейшей логической обработки. Здесь я могу говорить лишь очень кратко. Фурсиков за короткий срок своей деятельности (он скончался 35 лет) успел положить начало трем физиологическим лабораториям: в Пятигорске, Железноводске и, наконец, в Москве, в Институте высшей нервной деятельности, куда он был приглашен от Коммунистической академии. Здесь он стал собирать около себя сотрудников для намеченных работ — превосходного экспериментального хирурга Н. Ф. Попова, очень ценного методиста В. П. Петропавловского и др. Намечались и пробовались новые пути, требующиеся для подхода к коре обезьяны. Предварительно изучались на ней условные рефлексы в ближайшей связи с цитоархитектоникой ее участков. Я уже говорил выше о роли, которую сыграл для учения об условных рефлексах перенос туда шеррингтоновского учения об «индукциях» и «взаимных» иннервациях. Теперь предстояло разобраться, как преобразуются и какой смысл приобретают эти закономерности специально у обезьян, в связи со сложностью ее задач в среде.

К той же более молодой группе павловцев принадлежат И. П. Разенков, К. М. Быков, А. Д. Сперанский и П. С. Купалов.

О важной роли проф. И. П. Разенкова в истории учения об условных рефлексах я говорил. Переселившись в Москву с 1925 г., И. П. Разенков стал руководителем-организатором физиологической лаборатории Института по изучению профессиональных вредностей имени В. А. Обуха. Развернулась очень широкая и разнообразная работа почти по всем отделам физиологии, начиная с гематологии и обмена веществ и кончая нервными центрами. И. П. сумел привлечь к работе Института ценных специалистов. В результате получилась возможность вести исследование как бы единым фронтом. Через искания Института проходит красною нитью одна основная тема: значение гуморальной подготовки органов для нервной интеграции организма. Была проведена кампания по детальнейшему изучению изменений в составе крови в зависимости от хода пищеварения, от мышечной работы, от переживания эмоций. На изолированных органах изучались специальные влияния различных катионов, инкретов, «сытой» и «голодной» крови. Особо изучались влияния различной крови на сосудистые реакции в связи с накоплением в крови свободных водородных ионов, сахара, продуктов обмена (изменения вазомоторных свойств крови в зависимости от фаз пищеварения, мышечных возбуждений, нервных влияний, юспалений, возраста). Продвинуто изучение пищеварительного тракта, обогащено детальными гисто-физиологическими данными учение о панкреатической секреции. Интересны данные о влиянии резекции селезенки на деятельность различных отделов пищеварительного тракта. В настоящее время И. П. Разенков ставит в ряд проблем Института следующие вопросы: влияние высоких температур и влажности на организм, условия и механизм вазомоторных свойств крови, гуморальная природа нервного возбуждения. С конца 1930 г. возникла новая лаборатория физиологии пищеварения и усвояемости Государственного инсти-

туда питания под заведыванием того же И. П. Разенкова. Хорошее и разнообразное оборудование этих разенковских лабораторий дает возможность прекрасно обставить работу вузовских практикантов и аспирантов.

Проф. К. М. Быков развил очень интересную и широко задуманную экспериментальную работу над тем, как происходит в коре полушарий сопоставление того, что творится в данный момент во внутреннем хозяйстве организма, с тем, что приносит внешняя среда. Можно сказать, что кора есть орган, стоящий перед двумя рядами фактов и поставленный в необходимость считаться одновременно с обоими: с одной стороны, факты приносимые переменами внешней среды, с другой — факты, зависящие от внутренних изменений организма. И тот и другой ряд фактов, каждый в отдельности, достаточно самостоятелен и устойчив относительно коры, ибо в распоряжении коры нет средств изменять мгновенно внешние факты по потребностям организма, или внутренние факты организма по ближайшим данным среды. Между тем, от удачного сопоставления того и другого ряда в каждый данный момент жизни зависит ближайшее конкретное будущее организма. Особенно роковое значение должны получить здесь физиологические установки и регуляции с более или менее значительной инерцией, которые могут закладываться в различных отделах организма и требуют времени для своего разрешения, а пока влекут организм со всею его «высшею нервной деятельностью» на свои узкопровинциальные пути. Одна из величайших физиологических проблем в том, как далеко, в какой степени и при каких условиях кора большого мозга способна подчинять себе соматическую и вегетативную системы организма. К. М. Быкову принадлежит высокозамечательный почин по освещению этих вопросов с точки зрения условных рефлексов. Как дифференциально оповещена кора о том, что делается в разных уголках тела? В какой мере можно воспользоваться, скажем, почкою или селезенкою или мышцею, в качестве рецептора для «безусловного раздражителя», на который затем навешается внешний сигнальный раздражитель, зрительной, слуховой или обонятельной сферы, для образования условной связи? Иными словами, в какой мере и как далеко может простираться управление с коры в эти глубоко «подсознательные» уровни жизни? Получены доказательные данные, что кора способна влиять на работу почки, селезенки, на интимный химизм печени, на тканевые окисления. Рабочие перспективы здесь поистине необозримы. Нужно хлопотать о том, чтобы уточнить пределы пластичности каждой отдельной системы тела в отношении корковых влияний.

С глубоким сожалением я принужден ограничиться одним кратким упоминанием о необыкновенно богатых по мыслям, исканиям и фактам работах проф. А. Д. Сперанского. Наводнение 1924 г. дало А. Д.-чу повод наблюдать на собаках срывы воспитанных у них до этого условных рефлексов. Это срывы, вроде тех, что описаны И. П. Разенковым при слишком трудных задачах для усвоения новых навыков. Воспроизводя подобные срывы экспериментально, А. Д. видел здесь «резкое нарушение баланса между возбуждением и торможением» вследствие чрезмерно сильных, травмирующих раздражений. Большой методологический интерес представляет эволюция взглядов А. Д. на нервный процесс, пережитая по поводу изучения эпилепсии при местных замораживаниях коры. Необходимо строго различать факторы, «производящие» тот или иной нервный симптом, от факторов, лишь «содействующих» ему. Иначе физиолог обречен «путать причины и следствия». Местное замораживание коры часто влечет за собою тяжелую

эпилепсию со смертельным исходом. Если причина эпилепсии в местном замораживании коры, то дело толкуется в духе гуморальной патологии: замораживание производит в нервной ткани «аутонейротоксины», отравление коими ведет к эпилепсии. Отсюда воспоследует мысль о борьбе с эпилепсией путем «иммунизации» продуктами распада нервной ткани. Однако оказывается, что никакой эпилепсии не получается, если замораживание коры производится при глубоком, но и быстро проходящем наркозе. В общем приходится признать, что если кора вскоре после операции входит в свои права в отношении прочих центров, эпилепсии не будет. А если кора упустит момент, и подкорковый (в данном случае — судорожнолокомоторный) процесс успеет войти в силу, последний пойдет развиваться своим порядком, рефлекторно, будучи подкрепляем вс возможными внешними раздражителями. Эпилепсия обрисовывается теперь, как неумеренный аутохтонный разряд низших центральных этажей, подкрепляемый рефлекторно из всевозможных «нейтральных» рецепторов, когда низшие этажи предоставлены самим себе, и с них снята кортикальная узда. Я лично обязан А. Д. Сперанскому исключительно важным и ярким примером патологической доминанты: сложный и длительный симптомокомплекс поражения *tuber cinereum*, очень выразительно получаемый в экспериментальных условиях в тканях лица и шеи, иногда может задержаться в своем развитии, остаться невыявленным, несмотря на то, что мозговая операция проведена. И вот, на фоне такого «неудавшегося» опыта бывает достаточно ничтожного, совсем «не идущего к делу» повода, чтобы скрывавшийся симптомокомплекс вдруг начал разворачиваться во всей последовательности признаков. Своими наблюдениями и фактами А. Д. Сперанский щедро делится с собеседниками. Оттого он — любимый и плодovitый руководитель наших молодых аспирантов. Из сотрудников Сперанского надо назвать Л. Н. Федорова, В. С. Галкина, К. А. Ефимова, Н. Ф. Бохина.

П. С. Купалов, недавно заменивший Л. А. Орбели в 1-м Ленинградском медицинском институте, проработал более двух лет у Хилла в Лондоне и в настоящее время намеревается внести тонкую методику нервно-мышечной физиологии в области, где господствовало суммарное наблюдение. В области учения об условных рефлексах ему принадлежат исследования над последовательной индукцией в коре, показавшие, что зависимости здесь несравненно сложнее, чем было принято думать школою.

В декабре 1927 г. скончался маститый невролог В. М. Бехтерев. До конца дней он оставался изумительным по работоспособности и по широте размаха организатором научно-исследовательской работы. Имя его увековечено в мировой науке наименованием в его честь одного из ядер головного мозга (верхнее ядро преддверно-мозжечкового тракта) и одного из слоев в коре полушарий большого мозга (слоя тангенциальных волокон на уровне малых пирамид супрагранулярного кортекса, составляющего особенность человеческого мозга). Историк русской научной мысли всегда будет связывать с именем Бехтерева возникновение и организацию научно-учебных и исследовательских учреждений первостепенного значения, каковы Психоневрологический институт, Психоневрологическая академия и Ленинградский институт по изучению мозга. Сами имена этих учреждений, задуманных Бехтеревым, говорили о том, что центр тяжести ставился здесь на изыскании трезвонаучного отчета в тех «психонервных» факторах, которыми определяются различные формы человеческого поведения, вплоть до

наиболее важных в общественном смысле. Так это и понималось молодежью, приезжавшей учиться в Ленинград и устраивавшейся во множестве в бехтеревские организации. По первоначальному замыслу здесь должны были найти общую почву и органическое сотрудничество гуманитарно-социологические дисциплины о человеческом поведении с дисциплинами естественнонаучными и медицинскими о нем же. Само собой посреди этих психоневрологических учреждений Бехтерева должно было принадлежать одно из первоочередных мест физиологии нервной системы. Сам В. М. Бехтерев в течение нескольких лет читал специальный курс учения о рефлексах (курс «рефлексологии», как не совсем удачно стали называть эту область знания). Памяткой об этих лекциях В. М. Бехтерева служат три издания «Общих основ рефлексологии», переведенных на немецкий язык, и одно издание «Коллективной рефлексологии». Эти книги являются дополнением к известному «Основам учения о функциях мозга», изданным Бехтеревым еще до 1914 г. в России и Германии.

Было нелегко и, быть может, несколько искусственно вырвать дисциплину о рефлексах из общего учения о нервных центрах и превратить ее в более или менее законченную систему. В результате могло получиться обстоятельство, за которое упрекали В. М. Бехтерева некоторые критики: новое научное построение опиралось не на самостоятельные, конкретные закономерности, присущие именно этой области опыта, но на ряд общих положений, взятых из общей физики и общей биологии. Как бы то ни было, перед нами вполне оригинальная, весьма талантливая и первая в нашем Союзе попытка собрать и систематизировать психоневрологические факторы человеческого поведения, попытка, сыгравшая у нас крупную роль. Школа научных работников, собравшаяся вокруг В. М. Бехтерева, распадается на старшую и младшую линии. Старшая линия представлена рядом выдающихся психиатров и невропатологов (профессор В. П. Осипов, П. А. Останков, И. И. Аствацатуров, А. В. Гервер), вторая линия — это линия физиологов поведения (профессор В. П. Протопопов, Н. М. Шелованов, А. Л. Шнирман, В. Н. Мясисев, В. Н. Осипова, А. А. Ярмоленко-Дернова). В. М. Бехтерев был всегда чрезвычайно внимателен и отзывчив к новому, что делалось в области нервной физиологии. Открытие условных рефлексов вызвало в лабораториях В. М. Бехтерева целый ряд важных работ его учеников. В то время как школа И. П. Павлова в течение многих лет имела дело исключительно с секреторными условными рефлексами на слюнных железах, проф. В. П. Протопопов впервые получил двигательные условные рефлексы в скелетной мускулатуре. Впоследствии В. Н. Протопопов и В. Н. Осипова впервые перенесли методику условных рефлексов на человека. В то время как учение Н. Е. Введенского о парабии было встречено в среде русских научных работников довольно дружным непониманием, а подчас даже и глумлением, Бехтерев отозвался на него сразу с большим интересом и приводил материалы из своих наблюдений в пользу воззрений Введенского. Когда впоследствии я сделал попытку обобщенного изложения принципа доминанты, самый живой отзыв получил у Бехтерева же, и успех принципа в нашем Союзе зависел в значительной степени от поддержки, которую он встретил у покойного Бехтерева и его школы.

Из богатых материалов, добытых в школе Бехтерева за последнее пятидесятилетие, укажу следующие примеры. При обследова-

нии двигательных условных рефлексов на детях школьного возраста обнаружилось, что у девочек они воспитываются в общем скорее, чем у мальчиков. С другой стороны, они легче образуются у умственно отсталых, чем у прочих (В. Н. О с и п о в а). Понимать ли это так, что школьные мальчики, а также дети, умственно более подвижные, являются вместе с тем более тупыми к образованию условных связей? Или надо думать, что они более ограждены от загрузки мозга случайными новообразованиями по ближайшим поводам среды? Как кажется, вывод может быть лишь во втором смысле, и это лишний раз доказывает значение активного торможения и подбора при установке условных связей. Вместе с тем здесь можно видеть указание на то, что способность новообразования двигательных условных рефлексов еще не входит в область «высшей нервной деятельности» в собственном смысле слова.

Очень интересна сделанная В. П. М я с и щ е в ы м (1925) первая попытка измерения скрытых периодов для условных рефлексов. Оказалось, что скрытые периоды условных рефлексов мало отличаются от таковых для обыкновенных рефлексов и могут становиться даже короче последних. Это нашло себе подтверждение в работе К. М. Б ы к о в а и П е т р о в о й (1927).

В. М. Б е х т е р е в в сотрудничестве с Н. М. Щ е л о в а н о в ы м и далее Щ е л о в а н о в с сотрудниками поставили на очередь новую проблему «генетической рефлексологии»: на молодом человеческом и животном организме выявляется смена последовательных доминант (руководящих направлений рефлекторной активности), служащих поводами для новых и новых распознаваний среды и для новообразования рефлексов на последнюю. Уже в первые недели и месяцы ребенок продвигает ряд преемственно сменяющихся рефлекторных установок, которыми развертывается и предопределяется его будущая активность в среде.

Представляется плодотворной и глубокой новая постановка проблемы о сне, намеченная Б е х т е р е в ы м в последние годы. До известного момента сон соответствует постоянному нормальному состоянию ребенка, тогда как бодрствование вплетается в состояние сна лишь постепенно, сначала отдельными спорадическими оазисами, краткими и отрывочными. Краткие и отрывочные островки бодрствования впоследствии становятся более продолжительными и сливающимися, они концентрируются на определенные фазы суточного периода и лишь постепенно сплетаются в то, что мы называем «непрерывным и единым созвучием» субъекта.

Все это так и если, вместе с тем, сон взрослого есть состояние торможения, то мы еще лишний раз пришли бы к убеждению, что торможение есть высокая форма центральной активности, являющаяся высшим достижением как раз того периода жизни, когда развертывается работа сознания и координации по преимуществу.

II

В этом очерке я могу коснуться успехов биохимии лишь постольку, поскольку они самым непосредственным образом соприкасаются с проблемами экспериментальной физиологии.

За эти пятнадцать лет на Западе и у нас приобрела первостепенное значение теория тканевого дыхания, задуманная в предшествовавшие годы покойным профессором В. И. П а л л а д и н ы м. П а л л а д и н обратил внимание на специальную роль хромогенов и пигментов как посредников в передаче водорода от веществ, служащих материалом

дыхательных окислений, веществам, способным жадно забирать водород, причем в результате из материалов окисления получаются вещества относительно более богатые кислородом, но не оттого, что произошло фактическое присоединение кислорода, а оттого, что исходный материал оказался обедненным по содержанию водорода. Дело может идти не о внедрении в молекулы кислорода из среды, но о выключении интрамолекулярного водорода навстречу активированному кислороду среды. Простейшей моделью такого посредничества хромогена при дыхательных окислениях может служить гидрохинон. Если под руками есть жадновосстанавливающееся вещество или активированный кислород, они отнимают у гидрохинона частицу водорода, превращая его в хинон, а этот последний стремится возвратиться в состояние гидрохинона за счет окружающих материалов, присоединяя к себе их водород и превращая их в соединения, более богатые кислородом. Конечно и небольшое количество хинона способно неопределенно долго выкачивать водород из органических соединений навстречу активированному кислороду среды, со своей стороны образуя обратимый цикл: «хинон \rightleftharpoons гидрохинон», если под руками есть дыхательные ферменты вроде дегидраз, разрыхляющих интрамолекулярный водород субстрата, и оксидаз, активирующих молекулярный кислород среды.

Концепцию В. И. Палладина можно было бы изложить так: внутриклеточные материалы, полисахариды, жиры и белки сами по себе недоступны окислению кислородом среды. Тканевые пигменты и хромогены в присутствии дыхательных энзимов производят предварительную, отчасти еще анаэробную подготовку этих материалов к последующему окислению в аэробных условиях. В отсутствие свободного и активного кислорода дыхательное окисление может протекать в ткани в порядке дегидрирования, которое продолжается до тех пор, пока весь наличный запас пигмента R не зарядится водородом субстрата до состояния хромогена RH_2 . В следующий затем момент, с переходом к аэробнозу, наличный запас хромогена RH_2 освобождается от H_2 и возвращается в состояние R, готовое возобновить прежнюю работу откачивания H_2 из клеточных материалов окисления. Мы знаем теперь, что аналогично тому, как Палладин представлял дегидрирующую работу обратимого цикла «пигмент хромоген» \rightleftharpoons в присутствии энзимов, могут работать и не одни тканевые пигменты, но также другие вещества, например, некоторые аминокислоты и дипептиды, снабженные тиогруппой. Так работают обратимые циклы: «цистин \rightleftharpoons цистеин» и «диглутотион \rightleftharpoons глутотион».

Германский ученый Виланд теоретически углубил концепцию Палладина, придав ей принципиально-унитарную форму и законченное термодинамическое обоснование. Чисто теоретически для того, чтобы система, выкачивающая водород из соединений, продолжала свою работу, нет необходимости в том, чтобы она встречалась непременно с активным кислородом; принципиально необходимо лишь то, чтобы цикл «пигмент \rightleftharpoons хромоген» был обеспечен, с одной стороны, материалом, легко уступающим свой H_2 , с другой стороны — присутствием водородного приемника (акцептора), еще более жадного к H_2 , чем пигмент, так, чтобы хромоген RH_2 успевал вновь и вновь освобождаться от H_2 и возобновлять прежнюю работу отбора водорода из дыхательного материала. А тогда биологические окисления оказываются возможными с начала до конца в порядке одного дегидрирования, хотя бы никакого активированного кислорода среды не приходило к ткани. Внутритканевое окисление может протекать чисто анаэробно исключительно за счет

дегидрирования, т. е. переброски водорода от одного члена к другому, справа налево, в ряде веществ, расположенных в порядке возрастающей жадности к H_2 . Придав теории биологических окислений блестящую законченность и унитарную интерпретацию, Виланд сделал ее в то же время более схематической и односторонней. Палладин был более близок к реальности, когда видел в процессе дегидрирования лишь подготовительную фазу дыхания перед окислениями в собственном смысле. Школа академика А. Н. Баха во множестве случаев установила с несомненностью в растительных и животных тканях работу ферментов-активаторов молекулярного кислорода среды (оксидаз и пероксидаз), так что дыхательное потребление тканевых материалов идет несомненно и за счет прямых окислений, т. е. путем внедрения кислорода в продукты обмена в тканях. С другой стороны, Мейергоф показал, что для животных тканей имеет выдающееся значение так называемая «железная система», т. е. активирование молекулярного кислорода и катализ окислений архитектурными поверхностями клетки, содержащими железо в соединении с пиррольными кольцами. Наиболее правильно представляется точка зрения Л. С. Штерн, которая справедливо полагает, что было бы односторонностью видеть в дыхательных окислениях только процесс дегидрирования, или только работу присоединения кислорода и активирования его в перекисях, или только работу «железной системы». В живой действительности дело идет наверное о разнообразных встречающихся процессах, координирующихся различным способом в отдельных случаях. В клетках мышцы и печени преобладает, повидимому, встречающаяся работа дегидраз и железной системы, причем последняя катализирует сжигание продуктов бродильного дегидрирования активированием кислорода, приходящего из среды через кровь или через простую диффузию, если опыт ведется на органе, вырезанном из тела. Но уже совсем рядом, в веществе нерва, способность использования кислорода среды не прекращается и тогда, когда железная система исключена цианидами, и, стало быть, рядом с железной системой там действуют другие активаторы кислорода — оксидазы и пероксидазы. В растительной ткани преобладает встречающаяся работа дегидраз, с одной стороны, и пероксидаз — с другой.

Л. С. Штерн, еще во время работы с Бателли, обнаружила, что альтерированная, пораненная или разрезанная, ткань развивает значительно более бурные дыхательные окисления, чем в норме. Если такую разрезанную мышцу промыть водой, дыхание в ней прекращается. Если к промытой разрезанной мышце прибавить сок из другой мышцы, или другой легко окисляющийся материал, дыхание тотчас возобновляется со значительной интенсивностью. Как читать эти факты? С промывными водами из раздробленной ткани уходит, как видно, не аппарат дыхательных окислений, не способность окислять подготовленные к тому материалы, но лишь материалы дыхательного окисления. Что аппарат и механизм дыхательных окислений в альтерированной ткани остаются на месте, это видно из того, что с подведением к отмытой мышечной массе материалов со стороны, способных к окислению, тотчас возобновляется вспышка дыхательного газообмена.

Английский физиолог Харден выработал даже особый практический критерий для различения, является ли то или иное вещество X донатором водорода, — сопоставление этого спорного вещества с промытой мышцей или промытыми дрожжами: если только вещество X содержит в себе разрыхленный водород, способный к отдаче, то при соприкосновении его с промытой кашицей из мышцы или дрожжей, в при-

сутствии атмосферного кислорода, будет возникать бурная вспышка дыхательного газообмена. Промытая мышечная строма продолжает содержать в себе аппарат дегидрирования дыхательного материала навстречу тут же активируемому кислороду, и если она сама по себе не дышит, то только до тех пор, пока к ее прибору дыхательной оксидоредукции не имеет доступа материал, готовый отдать свой H_2 . Теперь еще вопрос: отчего же после альтерации и раздробления ткани имеет место значительно более энергичная вспышка дыхания, по сравнению со «спокойным дыханием» той же ткани в нормальном и покоем состоянии? Все говорит за то, что с альтерацией и раздроблением приобретается большой доступ материалов дыхательного окисления к действующему аппарату дыхательного окисления, а стало быть в состоянии физиологического покоя этот доступ нарочито ограничен и урегулирован на определенный умеренный уровень. Отсюда дальнейший вывод: всякий раз, как ткань возбуждается, — и это сопряжено со вспышкой дыхательных окислений, совершенно так же, как и на альтерированной ткани увеличивается доступ материалов окисления к системам окисления с тою разницею, что теперь эти альтерации обратимы и временны, тогда как при раздроблении они необратимы. Но в таком случае мы приближаемся к оценке процесса физиологического возбуждения, как процесса по преимуществу разрешающего для напряжений, запасенных в ткани еще в условиях покоя: раздражение есть повод к освобождению («освобождающая причина», как не совсем точно выражаются авторы) для процесса, материально и энергетически обеспеченного в ткани еще до того, в состоянии физиологического покоя. Все это приводит нас к принципиальному сближению, или даже отождествлению физиологического стимулирования с катализированием процессов, заданных еще в состоянии так называемого физиологического покоя. Возбуждение начинаем мы понимать не как взрыв покоившихся до сих пор тканевых потенциалов, но как большую или меньшую степень ускорения тканевой активности, которая до этого была урегулирована на нарочито умеренный уровень.

К этим чертам состояния возбуждения, приоткрывшимся из более углубленного проникновения в природу внутриклеточных окислений, я хотел же присоединить еще следующую важную черту, почерпаемую отсюда же.

Старинная физиология была склонна видеть в процессе возбуждения местное повышение энергетических напряжений в определенной тканевой области по сравнению с прочими покоящимися тканевыми средами. В таком случае естественно, что физиологи были склонны считать, что процесс возбуждения в самом себе с самого начала носит основания для затухания и прекращения в ближайший момент времени, ибо всякое местное напряжение, как таковое, стремится выровняться в окружающей среде, поглотиться окружающим покоем. Другое дело, если местное возбуждение есть всего лишь местное разрешение напряжения, остающегося еще связанным в областях «покоя». Здесь требуются специальные и дополнительные условия для того, чтобы активный процесс остался местным и не разлился сам собою далее, ибо ведь сами по себе накопленные напряжения повсюду стремятся к разрешению. В то время как и современные физиологи склонны иногда считать по старой памяти, что возбуждение носит в самом себе данные для затухания и загашения на месте, новое учение о дыхательных окислениях побуждает ожидать, что без специальных регуляций и нарочитых ограничений процесс возбуждения сам по себе, однажды начавшись,

носит в себе тенденцию разгораться и углубляться в области своего возникновения. Физиологическое возбуждение по природе своей есть не самокомпенсирующийся, но скорее самоподкрепляющийся и самоуглубляющийся процесс. А. Н. Бах видит типическую черту дыхательного катализа в тканях в том обстоятельстве, что однажды начавшаяся аутоксидация влечет за собой возникновение в них более активных окислителей, повышение окислительного потенциала ведет к получению все более активных перекисей; в результате однажды возникший процесс самоподкрепляется, разгорается далее, наводится (индуцируется) на новые области. Все эти черты принципиально очень важны для понимания конкретной судьбы физиологических возбуждений в тканях.

Как мы видим, работа наших ученых в области изучения внутриклеточного дыхательного аппарата была очень значительна, ей принадлежит здесь одно из первых мест в мировой науке. Фитофизиологи шли здесь в теснейшем идеологическом контакте с зоофизиологами. Если одним из первоначальников этого направления работ был у нас фитофизиолог В. И. Палладин, то одним из могикан движения был также фитофизиолог — талантливый С. П. Костычев, так рано скончавшийся в 1931 г. Академик А. Н. Бах столько же зоохимик, сколько и фитохимик.

Уже первые работы Бателли и Штерн над дыханием мышечной, печеночной и нервной клетки приводили к потребности различать химико-энергетические факторы дыхательной активности клетки, с одной стороны, и собственно структурно-протоплазматические факторы ее — с другой. Максимальная вспышка дыхательного обмена наступала после разрезания ткани и держалась от 3 до 6 часов, истощая дыхательные материалы субстрата. Повышенный забор кислорода из среды продолжается после разрезания мышцы, в течение 6—7 часов, пока есть еще горючий материал самой альтерированной мышцы, или он подводится со стороны. Однако тщательное перетиранье мышечной кашицы с песком сразу прекращает ее способность поддерживать дыхательные окисления, точно так же, как и в том случае, когда мышца протравлена по Мейергофу цианидами. Если сохранение крупных макроанатомических структур отнюдь не необходимо для сохранения дыхательной способности в ткани, то сохранность мельчайших микроструктур в клетке, очевидно, необходима, ибо с их разрушением окисления прекращаются, несмотря на изобилие дыхательного материала.

По позднейшим измерениям Мейергофа, если мельчайшие микроструктуры мышечных клеток сохранены, а в крупном анатомическая целостность мышцы нарушена, дыхание возрастает на 800 и даже на 1200% сравнительно с «нормой покоя». Разрушение микроструктур механическим перетираньем прекращает окисления, так же как и отравление мышцы цианидами.

Когда допущено различие между энергетико-химическими факторами клеточного дыхания и протоплазменно-структурными факторами его же, мы можем отдать себе отчет в главных особенностях той и другой стороны дыхательной активности. Собственно химическая система дыхания обладает значительной инерцией; сама по себе, однажды пущенная в ход, она склонна углубляться и продолжаться так долго, пока есть еще под руками материал для дыхательного потребления. Именно в этой стороне клеточной активности кроется основание для того, что можно назвать вслед за Шеррингтоном «моментом» возбудимой системы. Протоплазменно-структурная система дыхания это та, которой принадлежит регулирующая, ограничивающая и распределяющая сторона во

времени и пространстве для отдельных химических реакций и их выходов. Это та сторона клеточной работы, которая, образуясь из химических данных в клетке, в то же время стоит на пути химико-энергетической активности и играет существенную роль в пуске ее в ход, затем в ее регуляции, ограничении и частью в использовании ее инерции, частью в устранении этой инерции ради экономизирования потенциалов. Одним словом, это та сторона в биохимии нормальной ткани, о которой недавно писал М и х а э л и с обобщенно следующим образом: «работа может быть добыта лишь там, где даны две химические системы различного потенциала: если вообще требуется произвести работу, некоторая система с более отрицательным потенциалом должна быть окислена на счет другой системы с более положительным потенциалом. Однако там, где системы с более положительным и с более отрицательным потенциалом попросту лишь смешаны между собою, вряд ли получили бы мы что-либо другое, кроме некоторого нагревания. Но если обе частные системы разделены между собою и действуют одна на другую, так сказать, на расстоянии, как в гальванической клетке, тогда свободная энергия процесса может быть получена в любой форме». Дело идет о системе неполного и переменного деления и разобщения отдельных компонентов химической деятельности в клетке, системе, способной изменять относительные скорости отдельных химических реакций, сообщать их организованный порядок последовательного протекания и, в конце концов, направлять получающийся энергетический выход на тот или иной определенный рабочий эффект.

Совершенно очевидно, что во всех случаях, когда физиологические раздражители (или искусственный электрический раздражитель) стимулируют процесс возбуждения, пускают его в ход, или затем регулируют его текущие эффекты, это осуществляется им не иначе, как через посредство именно второй, т. е. протоплазменно-структурной системы тканевого аппарата, на первую, т. е. химико-энергетическую систему того же аппарата. И тут открывается возможность понять, как одна и та же ткань, в зависимости от текущих условий жизнедеятельности и от условий стимуляции, развивает свою активность то в виде более или менее затяжного процесса во времени и на месте, то в других условиях, осуществляет ее в виде сильно ограниченных по размаху, мгновенных вспышек, обходящихся для ткани весьма дешево, а потому повторяемых без утомления, неопределенно долго, пока питание сохранено. Именно эти мгновенные вспышки возбуждения, очень скоро изглаживаемые на месте возникновения, ведут к новой экономической форме распространения возбуждений в виде быстро убегающих волн, причем ясно, что чем с меньшею инерциею и чем с большею скоростью возникает и прекращается местная вспышка, тем скорее она должна распространяться в виде волны до однородно-построенной и одинаково действующей возбудимой системы.

То, что мы называем бегущей «волной возбуждения» по сравнению с расточительным, углубляющимся на месте процессом тканевой активности, сохраняющим в себе характер инерции, — есть продукт высочайшей регуляции и наиверное вторичной, филогенетической выработки, по всей вероятности, — в связи с высокой микроархитектурной дифференцировкой ткани. Если клеточная активность вообще и в частности активность так называемого «возбуждения» определяется взаимодействием энергетико-химических и микроморфологических факторов, то вполне понятно, что с момента, когда это стало ясным для научно-исследовательской мысли, должны были оживиться и зародиться вновь

искания физиологов в сторону химии гетерогенных сред (применительно к клетке и протоплазме) и в сторону гистофизиологии (проблема взаимодействия функции и микроархитектуры, а затем законы динамики функции и микроархитектуры). Первое более абстрактное направление проблематики в духе хюберовской физической химии клетки представлено у нас известными лабораториями академика П. П. Лазарева, проф. Д. Л. Рубинштейна и, более молодыми, Н. В. Лазарева и Е. Э. Гольденберга. Своеобразным путем изучения тканевого обмена в изолированных тканевых культурах шла лаборатория проф. А. А. Кронтовского. Собственно гистофизиологическое направление возделывалось лабораториями проф. А. В. Немилова в Ленинграде, проф. Б. И. Лаврентьева в Казани; в самое последнее время на наших глазах зарождается полная оригинальных задач школа молодых гистофизиологов, вдохновляемая проф. Д. Н. Насоновым.

В ближайшей связи с предыдущим изложением теории тканевых окислений очень интересно отметить здесь наблюдение А. А. Кронтовского над ходом потребления дыхательного материала эксплантатами из различных частей центральной нервной массы. Теоретически надо ожидать, что при прочих равных условиях чем больше инерция в развитии возбуждения в том или ином классе возбудимых элементов, чем менее их лабильность, тем более процесс возбуждения способен углубляться на месте, тем расточительнее должен быть расход энергетического материала за единицу времени. Фактически при одних и тех же условиях содержания в плазме эксплантат из белого вещества мозга потребляет за 48 часов 15% сахара окружающей среды, эксплантат серого вещества из мозгового ствола уже до 40%, а такая же масса серого вещества из коры полушарий доводит потребление уже до 50—60%.

По всей видимости, дело идет здесь, главным образом, о различной скорости и объеме дегидрирования дыхательного материала, так как, по Кронтовскому, чем значительнее процент потребления сахара к эксплантате, тем больше и накопление кислых продуктов в конце опыта. Эксплантат из коры дает наибольшее потребление сахара и, вместе, наибольшее подкисление субстрата. Иными словами, получается накопление нелетучих органических кислот, продуктов прогрессирующей отдачи интрамолекулярного водорода, ацидоз препарата вследствие угнетения истинных окислений. И при всем том относительная скорость потребления дыхательного материала отвечает теоретическим ожиданиям: проводники белого вещества считаются издавна физиологическими приборами, наиболее лабильными, нервные центры значительно менее лабильны; и были солидные основания, побуждавшие догадываться, что кортикальные центры еще менее лабильны, чем центры мозгового ствола.

Мы видели, что нормальное дыхательное потребление материала идет двумя встречными процессами: с одной стороны, каталитическим разрыхлением водородных связей, с дегидрированием, с другой стороны — каталитическим окислением пероксидазой или железной системой. Первый процесс сам по себе должен вести к «прокисанию» субстрата, которое впрочем тотчас нейтрализуется при встрече со вторым процессом, так как ведь продукты дегидрирования тем и характеризуются, что они легко поддаются устранению активным кислородом. Но если скорость активирования кислорода угнетена, или кислород среды не имеет доступа к субстрату, остается один процесс дегидрирования и углубляющегося прокисания ткани.

Понятно, что чем больше размах дыхательного потребления вещества в субстрате, тем скорее должно происходить поступление активного

кислорода к субстрату для обеспечения в нем усредненной реакции. Значит, чем более активность субстрата может углубляться на месте, чем более выражена в нем инерция возбуждения, тем менее он лабилен, тем более он нуждается в постоянном доступе кислорода для поддержания нормальной реакции и для сохранения физиологической работоспособности. И мы знаем, что при прекращении доступа кислорода к нервной системе скорее всего задыхаются клетки коры, потом выпадает дееспособность рефлекторных дуг мозгового ствола и в последнюю очередь прекращается проведение по нервным проводникам.

В связи со сдвигами реакции в субстрате вследствие прекращения доступа кислорода и накопления кислых продуктов должна изменяться нормальная работоспособность клетки, например, ее сопротивляемость инсультам. Здесь поучительны данные Д. Н. Насонова над прижизненным окрашиванием тканей нейтральротом.

Как бы ни считалась «физиологически нейтральной» для живой ткани эта краска, она конечно представляет нечто чуждое для внутреннего хозяйства клетки, и физиологическая дееспособность клетки выражается, между прочим, в том, что она обнаруживает известную сопротивляемость прокраске этим веществом. Признаки сопротивления прокраске нейтральротом со стороны клетки можно усмотреть в том, что, во-первых, ядро оказывается совершенно незадетым прокраской и поэтому должно представляться в прижизненно окрашенной клетке как бы некоторой «пустотой» на том месте, где оно должно быть; во-вторых, в самой протоплазме клетки краска не располагается диффузно, но как бы активно отбирается в зернистые отложения, располагающиеся близ ядра. Что ядро не прокрашивается нейтральротом в этом, впрочем, не представлялось ничего особенного, так как считалось, что живое ядро вообще недоступно окраскам, отделяясь от протоплазмы непроницаемым барьером. Неожиданным образом Насонов нашел, что у лягушек, выдержанных в атмосфере водорода до прекращения рефлекторной возбудимости, эпителий окрашивается нейтральротом диффузно в розовые тона без образования зернистых скоплений; прокрашивается и ядро в довольно интенсивные красные тона; и все это только временно, так как с открытием доступа кислорода к клеткам ядра теряют окраску, становятся опять как бы пустыми, окраска протоплазмы приобретает оттенок, характерный для живой клетки, а нейтральрот вновь собирается в зернистые отложения в областях близ ядра. Аналогично ведут себя кусочки эпителия, вырезанные из кишечника лягушки и прижизненно окрашенные нейтральротом. Будучи переносимы то в атмосферу водорода, то в атмосферу воздуха, клетки изменяли свой вид так, как только что описано для эпителия кожи. Что же следует из этих картин? Во-первых, задушение, если оно не слишком продолжительно, ведет к обратимому обмиранию клеток, и во все то время, пока длится это обмирание, клетка относится к окраске более пассивно, чем в состоянии нормы; в этом можно усмотреть признак упадка нормальной защитной работоспособности клетки. Во-вторых, время обратимого обмирания клетки вследствие отсутствия свободного кислорода характеризуется накоплением кислых продуктов как в протоплазме, так и в ядре, ибо нейтральрот краснеет именно в кислой среде. В-третьих, бесцветность ядра во вполне бодрствующей и нормально-дышащей клетке происходит не оттого, что краска не может проникнуть в область ядра, ибо трудно думать, будто с возобновлением доступа кислорода ядро как-то выталкивает краску из себя.

Очень поучительно сопоставить сдвиг в сторону анаэробного ацидоза (прокисания) в эксплантатах Кронтовского со сдвигом в ту же сторону в задохшемся эпителии Насонова. Кронтовский отмечал на своих препаратах глубокие изменения структуры ядра и плазмы и заключал из этого, что микроструктура не играет необходимой роли для поддержания обмена веществ в эксплантатах. Нарушение микроструктур в ядрах и плазме у Кронтовского, существенное изменение реакций ядра и плазмы на нейтральрот у Насонова и преобладание продуктов дегидрирования в обоих случаях говорят скорее о том, что именно микроструктуры ядра и плазмы имеют первенствующее значение для того, чтобы процесс дегидрирования дыхательного материала уравнивался встречным активированием кислорода. Именно на микроструктурных поверхностях происходит встреча адсорбирующихся у них продуктов дегидрирования, подлежащих сожиганию, и активируемого на них кислорода, обеспечивающего сожигание.

В то же время структуры эти, важные для активирования и передачи кислорода продуктам дегидрирования, сами нуждаются, как видно, в кислороде и энергии для того, чтобы поддерживаться в ядре и клеточной плазме.

Исключительную важность для физиологии имеют чреватые будущим достижения проф. Е. С. Лондона с его сотрудниками по Ленинградскому институту экспериментальной медицины и по Ленинградскому университету. Это метод ангиостомии (1920), дающий возможность брать для анализов пробы крови из межорганных кровеносных путей на здоровом животном, так сказать, на ходу его обыденной жизни. Общепринятые теории о том, что делается в интимных глубинах отдельных органов с приходящими туда химическими материалами, и о том, как распределяются вещества по путям всасывания, построены путем окольных соображений и догадок из наблюдений над органами в очень искусственных, в сущности, в патологических условиях. Теперь открывается возможность делать прямые наблюдения того, как изменяется состав крови за время прохождения через интересующие нас органы, т. е. что из крови там забирается и что в кровь передается в качестве продукта местной работы. Прежде чем животное окажется вполне приготовленным для безопасного его здоровью забирания проб его крови из разных частей кровеносного древа, требуется провести его через ряд ангиостомических операций — методика сложная и трудная. В ее выработке участвовали Н. П. Кочнева, Н. А. Кроткина, Н. И. Шохор, А. К. Александри, Л. М. Рабиноква. Ангиостомическое обследование частью разрушило, частью радикально перестроило, или более или менее дополнило наши представления о ходе межуточного обмена. Продукты белкового переваривания в кишках отнюдь не ресинтезируются сразу же в кишечной стенке, как принято было думать, но поступают в кровь воротной вены в виде аминокислот, аминокислотных комплексов и абиуретовых полипептидов. Дальнейшее воссоздание белка идет по мере прохождения крови, с продуктами всасывания, через органы, а наибольшим коэффициентом полипептизации обладает печень. Главным поставщиком аммиака в кровь оказывается слепая кишка с червеобразным отростком. Иссечение их ведет к резкому падению аммонийного содержания в крови. Образование мочевины является, повидимому, специфической особенностью печени; это — единственный орган, непрерывно отдающий ее в кровь. Мышцы к синтезу мочевины, по Дрехзелю и Шмидербергу, неспособны. Мочевую кислоту отдают в кровь все органы, кроме печени и почек. Повидимому, образова-

ние ее в этих последних двух органах маскируется тем, что в печени мочева кислота уходит на постройку аллантаина, а почки просто удаляют ее в мочу. Сахар, поступающий с пищей, всасывается еще в воротной вене эритроцитами, и только этот сахар, всосанный эритроцитами, задерживается печенью, тогда как сахар сыворотки свободно пропускается печенью далее. Очень интересна тесная увязка углеводного обмена с фосфорным. Натощак кишечник задерживает сахар и отдает неорганический фосфор, печень отдает сахар в кровь и задерживает неорганический фосфор, вероятно, употребляя его на синтез углеводфосфорных соединений. При питании материалом, содержащим углеводы, кишечник обогащает сахаром кровь, а печень забирает сахар из крови. Мышечная работа повышает отдачу сахара печенью и задержку его мышцами и кишечником. Длительный покой ведет к гипергликемии, так как сахарообразование из печени продолжается. Инкреция инсулина стимулируется не теми импульсами, которые стимулируют секрецию панкреатического сока, но увеличением содержания сахара в крови вследствие работы панкреатического сока. Стимуляторами инсулиновой инкреции служат глюкоза и, в меньшей степени, левулеза и галактоза. Всасывание жирных кислот идет не только в млечные пути, но и в воротную вену, причем печень и панкреас их задерживают, а селезенка отдает в кровь жирные кислоты, пришедшие к ней лимфатическими путями. Надпочечники, даже натощак, отдают всегда холестерин в кровь. Кислотнощелочное равновесие для организма, как целого, не существует; в разных отделах сосудистой системы всегда происходят отклонения от этого, теоретически мыслимого состояния.

Мы видели, какую роль для теории внутритканевых окислений играл вопрос об активировании кислорода навстречу реакциям бродильного дегидрирования.

А. Н. Бах приводит теоретические и фактические данные в пользу того, что здесь имеет место активирование кислорода, происходящего из среды, образованием на его счет перекисей водорода и органических радикалов, причем пероксидазы еще увеличивают окислительные потенциалы возникающих органических перекисей. Главным возражением против этого важного момента в теории тканевого дыхания служило указание, что перекись водорода и органические перекиси — довольно сильные яды для протоплазмы, и потому затруднительно, будто бы, представить себе, что эти яды производятся в нормальной жизнедеятельности клеток, да еще в качестве руководящего фактора в дыхательном обмене. Независимо от того, что подобные соображения в физиологии не могут иметь убедительного значения (наиболее решающее и критическое значение в управлении реакциями принадлежит сплошь и рядом именно ничтожным концентрациям и следам сильно действующих продуктов клетки, вроде адреналина, которые в малых концентрациях стимулируют важнейшие функции организма, а уже в немного увеличенных концентрациях парализуют их!), надежным подтверждением того, что образование перекисей должно иметь место в межклеточном обмене, будет служить наличие в тканях специальных энзимов, раскисляющих перекиси, например каталазы, раскисляющей перекись водорода для того ли, чтобы пустить ее кислород в дыхательный обмен (Шонбайн), для того ли, чтобы удалить вредящие избытки перекиси из тканей (Бах и Ходат). Из нынешних ангиостомических наблюдений над нормальной кровью оказывается, что все органы животного производят каталазу, а также способны и разрушать ее: работа органа ведет к понижению содержания каталазы в оттекающей

крови. Затем обнаружилось, что кислород распределен в органах неравномерно; особенно богата кислородом кровь селезеночной вены. Все органы во время пищеварения потребляют больше кислорода, чем натощак. После мышечной работы определяются понижение кислорода крови и уменьшение задержки ее мышцами и почками. Очень интересно для вопроса о всасывании воды через кишечник, что с введением ее в последний нарастание ее в крови воротной вены достигает всего 0,4—0,5%. Солевые растворы всасываются из тонких кишек весьма энергично, тогда как дистиллированная вода из них в воротную вену почти не переходит. Эти основные данные Е. С. Лондона и его сотрудников дают возможность видеть, какие важные коррективы и дополнения к господствующим взглядам дает новый метод.

III

За пятнадцатилетие очень возросли интересы советских биологов и врачей к вопросам эндокринологии и развернулась оживленная исследовательская работа в этой области. Еще незадолго до мировой войны 1914 г. эта область физиологии представлялась у нас несколько неожиданной новинкой и я вспоминаю, как один русский биолог, возвратившись с Гельмгольцевского съезда в Гейдельберге, признавался, что он немало был удивлен речами о какой-то «гуморальной физиологии», ибо для него этот термин ассоциировался с понятием «юмор». Тогда была для многих новинкою, неожиданностью самая мысль, будто жидкости тела, — кровь прежде всего, — способны стимулировать специфическую деятельность отдельных органов, т. е. «возбуждение», а затем и увязывать одновременную и последовательную деятельность органов в целую, интегрированную животную индивидуальность. Ведь это общепризнанная штатная функция нервных проводников и центральной нервной системы! Ведь у крови свои, вполне определенные обязанности — обеспечивать газообмен тканей, поддерживать их nutritивное равновесие, нести охранную службу против инфекции и интоксикации! Еще в 1906 и 1911 гг. Шеррингтон повторял, что специальная функция центральной нервной системы есть «функция связи», соби́рание и интегрирование впервые в гармоническое целое того множества разрозненных органов, которое без центральной нервной увязки представляется бессвязным множеством отдельных, способных работать только каждая за себя! Все, казалось, принудительно заставляло возложить «службу связи» на центральную «нервную систему» (ибо ведь очень легко «показать», например, на лягушке, что с разрушением центров прекращается всякая координированная работа скелетной мускулатуры, между тем как отдельные органы и мышцы еще способны возбуждаться в отдельности. И, с другой стороны, в чем же будет специальная функция центров, если не в «службе связи?»). В действительности, все это казалось убедительным и принудительным только потому, что здесь давалась дидактически чрезвычайно простая логическая схемочка для классификации, классификация же казалась естественнонаучной и физиологической только потому, что касалась физиологических материалов, по существу же она была вполне формальной. В действительности не было никаких реальных оснований против того, что «служба связи» могла лежать и на нервной сети, и на химическом сообщении органов через кровь одновременно; ибо ведь, еще независимо от нервной связи и ранее чем она отдифференцировалась, данные для увязки органов в целую животную индивидуальность через химические среды уже были и должны быть, например, у эмбриона, в первые дни его жизни, или у

инфузории. Все говорит за то, что дифференцирующаяся нервная сеть не приносит с собою в организм чего-то нового и не бывшего, но лишь уточняет, ускоряет, усовершенствует то, что было в организме до нее.

Прочное забвение о гуморальной связи между органами через жидкие среды тела и о том, что она может иметь интегрирующее и координирующее значение в организме, тем более замечательно, что физиология древних предвидела эту связь и приписывала ей даже определяющее влияние на поведение людей. Лишь с конца XVIII столетия, по мере того как внимание физиологов поглощалось все более и более разработкой методики точного экспериментирования на нервных проводниках и нервных центрах, стала слагаться и закрепляться привычка приписывать исключительно нервной сети с ее центрами все те сложные влияния на характер и общее поведение, которые приписывались, бывало, то избытку в соках тела темной желчи (по-гречески melas = черный, choli = желчь, отсюда «меланхолия»), то вообще «желчности» (Choli = желчь, отсюда «холерический темперамент»), то чрезмерной зависимости от приливов и отливов в крови (по лат. sanguis = кровь, отсюда «сангвинический темперамент»).

Первыми и очень чуткими пропагандистами новых и прогрессивных идей в физиологии часто бывают практикующие врачи. И в распространении у нас интереса к оживающей гуморальной физиологии сыграли очень значительную роль врачи и врачебные журналы («Врачебное дело», «Врачебная газета»). Затем в экспериментальную работу по эндокринологии втянулись биологи, сделавшиеся по этому поводу физиологами. С некоторым запозданием выступили на эндокринологический фронт физиологи «по призванию». В Москве организовалось специальное Научное общество эндокринологов, в котором принимали живое участие проф. В. Д. Шервинский, Н. И. Коротнев, О. А. Степпун, М. Н. Шатерников. Филиал этого Общества в Ленинграде организован трудами проф. М. Я. Брейтмана, В. А. Опеля, В. В. Савича и др. В настоящее время Общество имеет свой особый журнал «Вестник эндокринологии». В истории развития эндокринологического эксперимента СССР выдающаяся роль принадлежит московским профессорам М. М. Завадовскому и Б. М. Завадовскому. Всем памятно громадное впечатление, произведенное у нас данными Штейнаха о значении половых инкретов на организм. Имея под руками обширный экспериментальный материал в Аскания Нова и в Московском зоопарке, проф. М. М. Завадовский приступил к опытам над влиянием инкретов на половые признаки у птиц (разные породы кур, утки, фазаны) и у млекопитающих (украинские быки, меринсы, козули, лани, гну, антилопы). Тщательно при этом изучены и расклассифицированы морфологические признаки, зависящие от половых гормонов, а также их движение в зависимости от выпада последних. Выделены признаки, которые половыми гормонами угнетаются, другие, которые ими усиливаются, затем, признаки, отличающие самца от самки, но не связанные с половой инкретией и, наконец, особая группа признаков, от половых инкретов не зависящих, но могущих передаваться одному из полов. Изучено влияние кастрирования. Обнаружено, что кастрирование сдвигает прежние половые признаки бесполой особи то преимущественно в сторону сходства с мужской особью (птицы), то в сторону сходства с женской особью (млекопитающие). У птиц самка потенциально носит некоторые признаки самца, выявляющиеся при кастрировании; у млекопитающих, наоборот, самец является носителем потенциальных признаков самки.

Профессор Б. М. Завадовский, начав работы над инкреторными системами также в общебиологическом направлении, постепенно перешел к чисто физиологической проблематике. Он изучал влияние гормона и щитовидной железы на морфогенез пера у птиц, скоро установил здесь неустойчивые симптомы изменения в оперении и пигментации тел вследствие выпада тиреоидной инкретии, которые еще усиливаются при кастрации. Возникла проблема взаимодействия инкретов, причем установлены признаки антагонизма между гормонами тиреоидными и половыми. Тиреоидный гормон отождествлен с тироксином, причем констатируется, что специфические влияния последнего стоят в тесной зависимости от количественной дозировки инкрета: в пределах определенных малых дозировок тироксин дает классический эффект на метаморфоз аксолотля, в более крепких растворах он дает маланиновую пигментацию пера у птиц, и в еще более крепких растворах — линьку и депигментацию пера у них же. Следующая проблема Б. М. Завадовского: порядок распределения отдельных гормонов между органами и степень насыщения гормоном отдельных органов тела. Для тироксина наиболее насыщенными органами оказываются печень, почки и кровяная сыворотка; наименее содержат его мышцы, зубная железа и жировая ткань. Открылось практически очень важное обстоятельство, что тироксин сравнительно очень скоро разрушается тканями млекопитающего, не зная чего, авторы могли приходить к неправильным заключениям о действительной способности нормальных тканей задерживать гормон. Очень интересно формулирована и следующая проблема Б. М. Завадовского: обмен гормона между органами и его судьба в отдельных тканях. Найден такой удивительный факт: в то время как инъекция тироксина повторяет на курах специфические реакции линьки и депигментации пера при дозах 1—3 мг тироксина, т. е. в отношениях, превышающих в 2000 раз активность сушеных препаратов щитовидной железы, при введении того же тироксина через рот с дозировкой до 30—50 мг он не дает этой реакции даже и в слабой степени. В то же время кровь таких кур, будучи введена в полость тела аксолотлям, дает картину метаморфоза. Значит неактивность тироксина при введении через рот происходит не от того, что он не всасывается: при всасывании в кровь он подвергается каким-то превращениям, делающим его неактивным для хозяина и при сохранении его активности для организма аксолотля.

Вполне ясно, что инкрет производит свое специфическое влияние на организм в зависимости от совокупности внутренних и внешних условий каждой отдельной конкретной обстановки его действия. Отдельные специфические реакции организма в различной степени требуют специфичности самого гормона и его химического состава. В то время как реакция метаморфоза у амфибий может быть получена с разнообразными препаратами йода, начиная от тироксина и кончая неорганическими соединениями йода, организм птиц дает специфическую реакцию линьки и депигментации пера лишь на ограниченный круг ближайших производных тироксина, куда, впрочем, входят и ацетильные производные его; наконец, млекопитающие реагируют только на узко специализированное соединение — «кетоформу» тироксина и остаются безразличными, когда в препарате произведены малейшие внутримолекулярные перегруппировки гормона.

Самой животрепещущей остается, в конце концов, проблема первно-эндокринных взаимодействий, когда обе эти «системы связи» и координации в теле оказываются в живом и конкретном сотрудничестве. Лаборатория Б. М. Завадовского начала здесь исследования над

влиянием гормонов на условные рефлексы. Установлено повышение как безусловнорефлекторной, так и условнорефлекторной деятельности слюнной железы, например при гипертиреозидизме Завадовского.

Сотрудникам Б. М. Завадовского удалось добиться данных, весьма интересных с зоотехнической точки зрения. Развивая исследование Зондека, Куста и Коля, нашли возможность точно диагностировать жеребость у кобыл по появлению пролана в крови на 42—45-й и даже на 35-й день беременности и по появлению фолликулярного гормона в моче через 2—2½ месяца. В настоящее время разрабатывается гормональная методика диагностики беременности у свиней, причем есть уже основания ожидать, что диагноз может быть поставлен между 18—30 днями беременности. Нашупывается дорога к такой же диагностике у коров.

Дело эндокринологии сложилось весьма счастливо в Харькове благодаря тому, что его взял там в свои руки один из наиболее заслуженных физиологов Союза проф. В. Я. Данилевский, на «Руководстве» и на «Учебниках» которого воспитывалась наша физиологическая молодежь, автор известных исследований по сравнительной паразитологии крови, по тепловому равновесию организма, положивший начало новой экспериментальной проблематике, которой принадлежит громадное будущее, — вопросу о действии электричества на организм на расстоянии. Физиология и, в частности, электрофизиология строилась до сих пор на старой физике и на таких представлениях, которые звучат подчас архаично для современного физика. Не для одной теории, но и для самой исследовательской практики будет делом насущным пересмотреть изложения электрофизиологии с точки зрения новой электромагнитной физики и учения о поле. Первоочередною задачей будет пересмотр учения о физиологическом раздражителе с точки зрения теории поля. Один из первых камней в предстоящую здесь работу и положен В. Я. Данилевским, его исследованиями над физиологическим действием электрических напряжений на расстоянии. Теперь В. Я. Данилевский встал во главе Украинского органо-терапевтического института — «Института гиппократизма», как называет его молодое учреждение Василий Яковлевич. Эпиграфом над деятельностью института ставится древняя мысль Гиппократова, что природа и организм сами по себе носят исцеляющие начала против своих недугов, ученому следует учиться у них, как и какими веществами устанавливается нарушенное равновесие. Около маститого физиолога образовалась группа молодых сотрудников-эндокринологов: П. А. Вялкова, Е. К. Приходькова, Г. К. Тугаев, А. М. Воробьев, А. А. Линдберг и др. Подробно обследовано физиологическое действие экстрактов генитальных желез: спиртованных вытяжек из семенных желез (спермоль) и таких же вытяжек из яичников (оварин). Малые концентрации спермоля (от 0,887 на килограмм веса животного) резко увеличивают рефлекторные эффекты в спинном мозгу кошки и значительно повышают возбудимость ее психомоторных центров. Оварин в подобных же разбавлениях дает едва заметное увеличение рефлекторных эффектов и почти не оказывает влияния на психомоторные центры; более крепкие растворы уже угнетают нервные эффекты. Са-соли сенсбилизируют центры к действию оварина. На нервно-мышечном препарате лягушки и спермоль и оварин в малых концентрациях (0,0005—0,001) увеличивают возбудимость нерва, в более крепких концентрациях угнетают его. Подобно тому небольшие концентрации повышают возбудимость вагуса и симпатикуса, более значительные угнетают их. Известные дозировки

оварина могут служить противовесом чрезмерной возбудимости вегетативной системы при климактеризме. Сердце, под влиянием спермоля и, в особенности, оварина, становится более устойчивым против влияний асфиктической крови. Это так в том случае, когда у сердца сохранена иннервация, и в том, когда сердце денервировано. Далее обследовано действие инсулина на симпатический нервный путь. Двигательные пути шейного симпатикуса к третьему веку кошки испытывают обратимый упадок возбудимости, причем адреналин способствует ее восстановлению. Очень интересно наблюдение при этом, что подщелочение среды, само по себе, увеличивает работоспособность указанного пути, а то же время, подкрепляет депрессорное влияние инсулина. Подкисление среды понижает возбудимость пути, так же как и К-ионы. Напротив, Са-ионы (концентрации 0,02—0,04 и более) увеличивают возбудимость симпатикуса и противоборствуют инсулиновой депрессии. Подтверждено мочегонное действие экстрактов из почек, в особенности из их коркового отдела, причем диурез получается при тех дозах гормона, когда еще нет никаких изменений в кровяном давлении. Очень интересны опыты над отдельным и совместным действием различных гормонов на кишечник. Экстракты грудной железы (маммин) производят усиление маятникообразных движений, замедление ритма, но не оказывают резкого влияния на тонус кишек. Оварин вызывает усиление маятникообразных движений, замедление ритма и повышение тонуса. Тиреоидин ведет к повышению тонуса без заметных влияний на ритм перистальтики и, затем, при малых дозах — ослабление маятникообразных движений, а при больших — усиление их. При совместном действии оварина, или маммина с адреналином получается следующее: слабые концентрации оварина и, в особенности, маммина подкрепляют эффект адреналина, тогда как крепкие концентрации оварина и, в особенности, маммина тормозят эффект адреналина. Тиреоидин, не оказывая заметного влияния на эффект адреналина в изолированном кишечнике кролика, подкрепляет его эффект в отрезке рога кроличьей матки. Маммин, оварин и тиреоидин сенсibiliзируют кишечник к действию холина; наиболее действительным здесь является маммин; тиреоидин же сенсibiliзирует в более значительных концентрациях, тогда как в слабых он даже ослабляет действие холина. Различные количественные соотношения оварина, маммина и тиреоидина определяют характер действия экстрактов на изолированный кишечник.

В работу в области эндокринологии был вовлечен и другой заслуженный физиолог Союза, известный профессор Казанского университета Н. А. Миславский, скончавшийся в 1929 г. Ряд молодых русских ученых из упомянутых выше: И. П. Разенков, К. М. Быков, Л. Н. Воскресенский являются выучениками Н. А. Миславского и им первоначально поставлены в науку на ноги. Миславский, как ученый, среди современных ему русских физиологов, носил в себе своеобразные черты, роднившие его, с одной стороны, с давно отошедшими основоположителями нашей науки, с другой — с новейшими, только что намечающимися направлениями физиологического искания. Старинный классик-физиолог подходил к своему предмету со значительно более конкретным интересом, чем позднейшие ученые, научившиеся резко отвлекать вопросы о функции ткани и органа от вопросов о их морфосе. Старинный классик, каким он был до того, как Дюбуа Реймон и Гельмгольц указали физиологам быть собственно «физиками и химиками живого вещества», был по своим ближайшим интересам столько же анатомо-гистолог и патолог, сколько ме-

таболист и электрофизиолог. Изучение функции не отрывалось от изучения структуры деятеля и эта последняя не отдавалась в чужие руки техника-микроскописта. Миславский совмещал гистологическую работу с физиологической, шел в своих исследованиях в теснейшем сотрудничестве с гистологами. Таковы его работы над нервными окончаниями в гладкой мускулатуре и над отростками ганглиозных клеток. Совместно с В. М. Бехтеревым Н. А. Миславский изучал влияния коры большого мозга на растительные функции — на сердце, слюноотделение и мочеотделение. Затем Н. А. Миславскому с учениками принадлежат чрезвычайно важные работы над дыхательным центром и над симпатической иннервацией, и ему одному из первых принадлежит открытие так называемых аксонрефлексов в последней. На наших глазах недавнее общепринятое отвращение вопросов функции органов от морфологии их и, соответственно, резкая специализация и обособление физиологического искания среди прочих биологических дисциплин начинают колебаться. Углубившаяся дифференцировка физиологической и морфологической половины биологии приводит к оживлению и обновлению живой связи между ними. С тех пор как в практике физиолога господствовали идеи и методы физической химии коллоидов и стало ясно определяющее значение архитектурной разнородности и организованности внутри живого вещества для направления реакции метаболизма и для возникновения местных потенциалов в нем, непосредственный интерес физиолога к реальной архитектуре изучаемого субстрата должен был встать во весь рост. Школа Миславского успела донести предания старинных классиков физиологии до наступившего в наши дни обновления физиологических интересов к микроархитектуре. Это сочетание физиологической и морфологической методики помогло Миславскому разобраться в вопросе о нервных влияниях на эндокринные органы. Под его руководством были открыты секреторные нервы надпочечников и секреторное значение верхнегортанного нерва для щитовидной железы.

Выдающийся интерес для всей биохимии и для эндокринологии в частности представляют работы покойного проф. Н. П. Кравкова, одного из славных представителей сеченовской физиологической школы. Еще в предшествующие годы до революции он начал разрабатывать так называемый метод изолированных органов в применении к фармакологическим заданиям. С начала девятисотых годов физиологи научились сохранять изолированные переживающие органы теплокровных животных в работоспособном состоянии, заменяя питающую их кровь специально подобранными солевыми растворами с добавлением глюкозы (растворы Рингер-Локкэ). Русскому физиологу А. А. Кулябко впервые удалось возобновить жизнедеятельность человеческого сердца, вынутого из трупа, пропусканием через его сосуды такого раствора, согретого и содержащего кислород. Впоследствии тому же Кулябко удалось возобновить рефлекторную деятельность в изолированной голове рыбы в аналогичной методике. Н. П. Кравков избрал для своих исследований отрезанное ухо кролика, переживающее в условиях пропускания через его сосуды подходящего солевого раствора, причем наблюдались сосудистые реакции в ухе в ответ на добавку различных химических в пропускаемую жидкость. С 1918 г. Н. П. Кравков приступил к работе на изолированном пальце человека. Вначале брались только что ампутированные пальцы здоровых субъектов (несчастные случаи), впоследствии пальцы от трупов. Сократительная способность сосудов и реакция их на яды, при условии пропускания согретых растворов,

сохранялись многие часы и дни. Было установлено, что при некоторых тяжелых инфекциях (возвратный тиф) переживающие сосуды оказываются утратившими свою сократительную реакцию на яды. Сосуды органов брюшной полости (почка, селезенка) особенно сильно страдают при инфекционных заболеваниях. Констатировано значительное понижение впечатлительности к сосудистым ядам коронарных сосудов сердца при склерозе. Доказано, что при условии хранения препаратов при низкой температуре сократительная способность сосудов (реакция на адреналин) возобновляется в изолированных пальцах и ушах в течение еще нескольких недель. Кроличьи уши могут быть просто засушены и, размоченные через несколько месяцев пропусканьем раствора, они еще возобновляют признаки реагирования сосудов на адреналин. В 1922 г. методика перенесена специально на эндокринные органы. Изолированный надпочечник, в условиях пропускания через его сосуды раствора Рингер-Локкэ, обнаруживает в своих венах выход адреналиноподобного вещества. Что это не простое посмертное вымывание из железы заранее заготовленного в ней продукта, доказывается тем, что выделение инкрета закономерно колеблется от введения в изолированный надпочечник различных ядов. Никотин, повышающий инкрецию адреналина в целом организме, повышает его выделение и из изолированного надпочечника. Все это говорило за то, что на изолированном эндокринном органе будет возможно определить прямым образом специальное действие токсинов, водородного показателя или других гормонов. Работу предстояло переносить с надпочечника на другие эндокринные органы. На этом интереснейшем этапе дело было прервано кончиною Н. П. Кравкова в 1925 г.

Для физиологической теории чрезвычайно интересны наблюдения Кравкова над «минимальными дозами» различных веществ, еще способными произвести специфическую реакцию в том или ином изолированном органе. Постепенно уменьшая концентрацию применявшихся им ядов, Н. П. Кравков обнаружил, что еще при разведении в 10^{-32} раз яд продолжал вызывать слабые признаки реакций в сосудах изолированного кроличьего уха. Могло бы показаться, что дело идет о специфической активности ядов еще при тех разведениях, когда по теоретическому расчету не приходится даже одной целой молекулы на все количество применяемой жидкости. Но здесь, без сомнения, необходимо принимать во внимание адсорбцию растворенных веществ к поверхностям, которая должна давать себя знать тем более, чем более разведение яда. Дело идет вначале, наверное, о неспецифическом адсорбировании яда к поверхностям органа, а затем о специфическом связывании его. Во всяком случае, лишний раз открывается, что «биологические реакции» — несравненно более тонкие и деликатные реактивы на химические факторы по сравнению с теми реактивами, к которым приучила нас лаборатория качественного химического анализа. Замечательное наблюдение Кравкова ближе всего напоминает нам о том, что Нэгели назвал в свое время «олигодинамическими действиями» веществ на живой субстрат. Ничтожные следы тяжелых металлов в воде, побывавшей в соприкосновении с ними, делают ее уже ядовитой. Двенадцать литров дистиллированной воды, в которых пролежали двенадцать двухпфенниговых монет могли в течение 4 дней накопить 1 часть меди на 77 миллионов частей воды. И этот раствор убивает спирогир в 1 минуту. Проточная вода становится ядовитой в соприкосновении с медью, ртутью, свинцом, цинком, железом и серебром. Что тут играет роль адсорбция, видно из того, что прибавка к такой «ядовитой» воде нерастворимых

материалов, вроде бумаги, шерсти, парафина, гумми или желатина, прекращает ее ядовитое действие. Затем наблюдения Кравкова имеют громадный интерес для учения о физиологическом «пороге»: начало физиологического действия веществ на ткани лежит гораздо ниже тех рубежей, которые принимаются физиологами за пороги на основании грубого воздействия растворами или электрическими токами на органы. Представления классической физиологии о «пороге возбудимости» подлежат пересмотру.

Весьма замечательно и то наблюдение Кравкова, что яд при сильных разведениях развивает свое специфическое действие на ткань, в особенности при вхождении в нее, и затем при вымывании из нее. Это напоминает по своему характеру физиологическое влияние постоянного электрического тока на ткань и говорит как будто, о том, что в ответ на вступающий яд в ткани устанавливается некоторая реакция уравнивающего и компенсирующего значения, которая в свою очередь раздражает ткань, оставшись без контрагента.

Работа Н. П. Кравкова продолжалась его преемником по кафедре в Военно-медицинской академии проф. С. В. Аничковым. Наблюдения над изолированным надпочечником показали, что ганглионарные яды (группа никотина, лобелина и кониина) усиливают выделение адреналина из железы еще при таких разведениях, как один на миллион и один на сто миллионов. Яды этой группы по действию на инкрецию надпочечника располагаются в такой же ряд, как и по действию на симпатические ганглии. Апокодеин, угнетающий симпатические ганглии, угнетает и инкрецию из изолированного надпочечника. Все это подтверждает, прежде всего, что надпочечник продолжает свою эндокринную деятельность в условиях опыта Н. П. Кравкова. Предложено новое усовершенствование метода включением изолированного надпочечника в сердечно-легочный препарат Штарлинга, причем железа сохраняет свою работоспособность еще полнее: она реагирует теперь усилением адреналиновой инкреции на прямое раздражение электрическим током. При этом устанавливается, что вслед за воздействием никотина и апокодеина возбудимость мозгового слоя надпочечника электрическим током прекращается. Повидимому, названные яды влияют на инкрецию не через ганглии надпочечника, но прямым воздействием на хромафинные клетки. Между ганглионарными клетками и клетками мозгового слоя надпочечника имеется не только эмбриологическое, но и фармакологическое сродство. Отравление надпочечника цианидами не лишает его возбудимости от никотина: реакция эта не зависит, можно думать, от окислительных процессов. Наркотики жирного ряда в концентрациях, понижающих проницаемость клеток, уничтожают чувствительность надпочечника к никотину; отсюда действие никотина можно как будто приписать проницаемости хромафинных клеток для него. Из других эндокринных органов удалось получить, в условиях кравковской методики, инкрецию из изолированного яичника. Внесено усовершенствование в методику опытов с изолированным ухом кролика: ухо оставляется в связи с телом животного через посредство нервов; просвет сосудов в ухе при этом служит показателем тонуса сосудодвигателей, и открывается возможность исследовать влияние веществ на центры сосудодвигателей. Работы на сердце обнаружили малую впечатлительность вентрикулярных узлов к ваготропным ядам по сравнению с вышележащими узлами, но одинаковую впечатлительность сердечных узлов к симпатикотропным ядам и к хинину. Опыты с локальным нагреванием и охлаждением ведущего узла в сердце дали видеть, что

угнетение кифлакковского узла повышает возбудимость желудочков от электрического тока и увеличивает в них склонность давать экстрасистолы. Возбуждение кифлакковского узла влечет обратный эффект в желудочках.

Для физиологии эндокринных систем и для сравнительной физиологии очень интересны данные Б. М. Тихомирова, полученные им в Петергофском естественнонаучном институте при работе на птицах. Я сказал, что современный физиолог все более заинтересовывается морфологическими определителями функций. В данном случае перед нами специалист-орнитолог, представитель чисто морфологической дисциплины, и он, повинувшись духу времени, заходит своими интересами в чисто-физиологические области. Так в новой науке разбивается прежняя формальная граница между физиологией и морфологией — разбивается обоюдно и со стороны физиологов и со стороны морфологов. Как кажется, именно проблематика эндокринологии, со столь наглядными примерами текучести формы тела в зависимости от работоспособности отдельных железок в нем, является областью, наиболее благоприятной для того, чтобы побудить физиолога стать и более, или менее морфологом, а морфолога — сделаться и более или менее физиологом. История далеко увела нас от времен Александра Гумбольдта, одинаково талантливому зоолога, климатолога, географа, электрофизиолога и созерцателя природы в целом.

Натуралисты-аналитики второй половины XIX столетия считали, что такая широта научных интересов более невозможна и неуместна, а нынешний ученый должен быть специалистом по преимуществу. Каждый мастер в своем углу. И однако мы дожили до момента, когда не что иное, как именно более пристальное углубление в предметы специализаций, приводит и зоолога и физиолога к воспоминанию, что предмет изучения у них, в конце концов, один и тот же, шахты, пробиваемые ими в горной породе, в конце концов, сходятся, и углубляющийся дифференциальный анализ ведет к тому, чтобы новый Александр Гумбольдт имел возможность дать несравненно более углубленный и обогащенный содержанием синтез природы, чем тот, который был возможен на рубеже XVIII и XIX веков.

Б. М. Тихомирову удалось установить, что в каждом отряде птиц имеется свой морфологический тип зобной железы (тимус). Иссечение ее не понижает жизнестойкости и не задерживает роста птицы; вес оперированной птицы даже несколько увеличивается. Если удалить тимус и ввести добавочный гипофиз или его экстракт, вес цыпленка увеличивается в $1\frac{1}{2}$ раза против нормы. Так, в двух породах кур шестимесячный цыпленок весил 3500 г (вместо 2100 г) и 2400 (вместо 1600 г). После удаления тимуса и Bursa Fabricii в цыплящем возрасте выросшая птица несет яйца с сильно утолщенной подскорлупной пленкой, которая становится, повидимому, непроницаемой для микроорганизмов, так что яйца не портятся, оставаясь открыто в комнате в течение двух лет. Кормление цыплят птичьим тимусом ведет к редукции своего тимуса дней через 12. На голодающих цыплятах редукция тимуса идет в прямой связи с возрастающим истощением. Надо добавить еще, что у цыплят тимус расположен в виде ряда долек по бокам шеи и так же хорошо виден через участок кожи, свободный от перьев (*apteria*), как буквы через папиросную бумагу. Эта особенность птицы дает возможность видеть состояние тимуса в любой момент. Тихомиров обратил внимание в особенности на инволюцию железы, которая зависит, во-первых, от возраста и, во-вторых, от привходящих неблагоприятных

обстоятельств. Первая инволюция — физиологическая, вторая — патологическая. Физиологическая инволюция приводит орган к определенному виду и размерам, которые следует считать за норму для каждого возраста, зависящую, впрочем, от степени развития тимуса у данной особи в самом начале жизни. Патологическая инволюция может вести к уменьшению, а иногда к почти полной и полной редукции органа, причем это связано определенно с упадком жизнестойкости птицы. Б. М. Тихомиров задался вопросом, возможно ли уже у однодневного цыпленка предсказать степень жизнестойкости особи по состоянию тимуса. Опыт проведен на 20250 цыплятах. Сразу по выходе из яйца цыпленка классифицировались по исходному состоянию тимуса на три группы: 1-я с хорошо развитой железой, 3-я с очень слабо выраженной железой, 2-я — посредине. Ежедневно производился подсчет павших в группах и их патолого-анатомическое вскрытие. Анализ результатов дал видеть, что: а) вообще говоря отход самцов значительно превышает отход самок, он составлял в опыте автора 85% всех павших; в) отход в 3-й группе раз в 10 более, чем в 1-й, тогда как 2-я группа оказывается посредине. Исследование павшей птицы выявило, что степень изменения тимуса стоит в зависимости как от исходного состояния, так и от дальнейших заболеваний. Неблагоприятное исходное состояние тимуса зависит от неправильной инкубации и от неблагоприятного состояния маточного стада. В результате открывается возможность практиковать отбор цыплят по тимусу для образования качественно более ценного и жизнестойкого стада.

Из области успехов по биохимии мы коснулись теории дыхательных окислений, общего обмена веществ и эндокринологии. Следует упомянуть еще об успешной попытке проф. А. В. Палладина применить химические микрометоды для прямого улавливания изменений в нервном субстрате вследствие работы.

Как мы видели, процесс возбуждения связан в ткани с ферментативным расщеплением вещества, с изменением местной реакции от появления продуктов распада, вообще с химическими изменениями, требующими времени для своей компенсации. Можно было думать, что достаточно продолжительная стимуляция определенных рецепторов будет способна вызвать в определенных центральных путях более или менее длительные изменения, уловимые микрохимически. А микрохимические изменения в центрах вследствие определенных периферических раздражений подвели бы нас с новой стороны к проблеме локализации функций в нервной массе. Ученица А. В. Палладина Г. Я. Городисская показала, что нервная рецепция и проведение в зрительных путях вплоть до затылочных областей коры полушарий сопровождается усилением распада веществ, в частности белковых.

IV

Ту область, к которой я перехожу, называют биофизикой, дабы оттенить ее отличие от только что изложенных, преимущественно биохимических тем и исканий. Здесь будут слышаться по преимуществу понятия и термины физики. Однако название биофизики отвечает предмету в высшей степени условно. Ни один физический процесс в организме в действительности не отделим от химической подкладки, которая за ним скрывается и от которой он зависит, так что было бы правильнее говорить не о «биофизике», но о «биофизической химии», если бы это не звучало так неуклюже. Но этого мало. Ни один физико-химический процесс в организме в действительности не отделим от исторически сло-

жившейся, подвижной архитектуры живого субстрата, на которой он разыгрывается и которым определяется в своем течении, тогда как сама эта архитектура, с точки зрения физической химии, представляется случайностью, одною из множества одинаковых возможностей. Чтобы мотивировать ее, эту архитектуру, такую, какова она фактически есть, приходится ссылаться на пережитую ею историю, на влияния ее своеобразных судеб в прошлом. Приходится, одним словом, выходить из границ не только физики, но и физической химии, и вступать в значительно более конкретную область собственно физиологии. Правильнее говорить, что здесь мы входим в область не биофизики, но с о б с т в е н н о физиологии и в наиболее прямом и конкретном значении слова. Задача ее не только в том, чтобы применять общие законы физики и химии к событиям жизни (это была бы не физиология, а прикладная физика и химия), сколько в том, чтобы выяснить те вполне своеобразные и специальные физико-химические закономерности, которые получают свое осуществление на живом субстрате по преимуществу. Это не исключает того, что многие новые, впервые на живом субстрате открывающиеся закономерности оказываются потом общими и для «мертвой природы», только играющими там столь скрытую и мало бросающуюся в глаза роль, что мы их там, может быть, никогда и не открыли бы, если бы не дала тому повода физиология. В истории знания было много раз, и наверное еще будет много раз, что физиологами, и по поводу физиологических проблем, открываются новые области знания для самой общей физики и химии. Чистый физик, если бы у него не было беспокойного друга в лице биолога и физиолога, со своей стороны предпочел бы наверное оставаться в сферах космической геометрии. Вспомним, что физиологами и по поводу физиологических проблем зарождены учения, ставшие потом универсальными: учение об электрохимических потенциалах, 1-й принцип термодинамики и невозможность «regressum mobile», законы осмотических равновесий, химия гетерогенных сред, катализ, различение процессов вынужденных и идущих само собою, изнашиваемость и старение.

Наиболее широко образованным биофизиком Союза является, без сомнения, академик П. П. Л а з а р е в, совмещающий в себе счастливым образом физиолога, математика и физика и собравший около себя ряд учеников в Московском институте биологической физики. Великая заслуга самого П. П. Л а з а р е в а и его сотрудников в том, что они широко пропагандировали среди наших биологов и врачей наиболее exactные схемы, методы и достижения мировой биофизики и, с другой стороны, заинтересовывали физиков физиологическими данными и проблемами. На каждом съезде советских физиологов и физиков можно было слышать интересные сообщения из школы П. П. Л а з а р е в а. Из небольшого числа предпосылок, принятых за исходные основания, Л а з а р е в развил весьма красивую и законченную общую теорию возбуждения, разработав ее в духе классических теорий математической физики. Теория исходит из остроумного обобщения схем Лэба и Нернста касательно специальной роли отдельных ионов в физиологической активности ткани и касательно условий передвижения ионов по ткани под влиянием электрического тока. Теория заманлива тем, что позволяет в довольно широких пределах предсказывать частные случаи и, сверх того, дает возможность подчинить исходным схемам Лэба и Нернста также и возбуждения органов чувств. К более новым данным об интимном действии раздражающего электрического тока на нерв, пожалуй, еще ближе «конденсаторная» теория возбуждения, пред-

ложенная в свое время известным киевским электрофизиологом профессором В. Ю. Чаговцем, который был одним из пионеров в области построения теории возбуждения, независимо от схем Лэба и Нернста. В обобщении П. П. Лазарева фактором, производящим в тканях возбуждение, является всегда начинающееся осаждение коллоида из раствора вследствие того, что уравновешенный раствор солей теряет в электрическом поле то количественное соотношение между ионами различного сорта, которое требуется для удержания коллоида в растворе. Утрата же уравновешенным раствором своих уравновешенных свойств в электрическом поле зависит от того, что одновалентный катион K^+ , при одной и той же силе поля, переносится несравненно скорее, чем двувалентный катион Ca^{++} . Значит, под действием электрического тока в ткани всегда будет расстраиваться физиологическое равновесие солевых растворов, и у тканевых коллоидов будет наступать тенденция к выпадению, а выпадение коллоида из раствора и есть начало физиологического возбуждения. В концепции В. Ю. Чаговца фактором, производящим в тканях возбуждение, является сдвиг нейтральной, или слабо основной, реакции в кислую сторону, как это предполагалось для дыхательного центра, для мышцы и нерва. Теория эта тоже удовлетворительно предсказывает явления, приблизительно в тех же пределах, что концепция Лазарева, и к ней оживился интерес по мере того, как стало укрепляться убеждение, что при всяком возбуждении, в мышце ли, в нерве, печени, или в мозгу, дело идет вначале об энзимном распаде углеводов с появлением органических кислот, вроде молочной, пировиноградной, янтарной и т. д. С этим стало удобно увязываться и то убеждение недавнего прошлого, что сам механический потенциал мышцы рождается в качестве скачка в величине поверхностной энергии мышечных коллоидов под влиянием появления молочной кислоты. В последнее время ясность представлений и обобщений в этой области опять сильно замутилась с тех пор, как оказалось, что в самом исходном начале возбуждения мышцы дело идет о сдвиге не в кислую, но, наоборот, — в основную сторону с освобождением не более не менее как аммиака, а молочная кислота появляется потом, в качестве сопровождающего продукта возбуждения, способного, вероятно, подкреплять процесс мышечного напряжения прежде, чем начнет вредить ему, но, во всяком случае, не инициирует его. Энзимный распад при возбуждении начинается, повидимому, не в углеводном, но в азотистом материале мышцы, нерва и нервного центра и только вторично захватывает в сферу реакций углеводные потенциалы ради перезарядки на их счет тратящихся азотистых факторов. Действительность, как всегда оказывается, гораздо сложнее, содержательнее, интереснее, поучительнее, чем о ней хочется думать теоретику.

Концепция проф. В. Ю. Чаговца интересна в особенности тем, что начало возбуждения увязывается ею с насыщением участка ткани электрическими зарядами, приносимыми из источника раздражения или из предыдущего возбуждающегося участка его токами действия. Ткань рисуется нам как конденсатор определенной емкости, который способен вмещать заряды до известного предела с тем, чтобы затем выбрасывать их в новый приемник. Идея эта привлекает к себе обновленный интерес с тех пор, как Эббэк на Стокгольмском съезде 1926 г. дал конкретную интерпретацию Ляпииковской хронаксии, как времени насыщения тканевого конденсатора потоком зарядов под удвоенным потенциалом. Тканевой конденсатор, как своего рода эластическое вместилище для зарядов, насыщается тогда с удвоенной скоростью, но на ту же емкость,

чтобы отдать затем заряды соседним участкам субстрата, вовлекающимся в очередь активности.

К киевской школе принадлежит крупный электрофизиолог В. В. П р а в д и ч - Н е м и н с к и й. Одним из первых он пробовал уловить гоки действия в коре большого мозга еще в то время, когда это представляло едва преодолимые трудности. В. В. подробно исследовал токи действия человеческой мускулатуры при натуральной (произвольной) иннервации, различив здесь сочетание различных ритмов, относящихся к различным порядкам. Ему удалось затем установить групповую периодику токов действия не только на периферии, но и в мозгу. Разнообразие ритмов возбуждения принадлежит, видимо, самим центрам. Весьма интересны определения продуктов обмена нерва у полюсов постоянного тока. Аммиак выделяется в области того и другого электрода, в особенности же у катода. Он образуется также при перерезке и препаровке нерва, при замораживании и обработке горячей водой. Углекислый газ выделяется у анода, кислые продукты образуются там же, когда как у катода — щелочные продукты. Поляризация переживающего препарата цереброспинальной оси дает накопление щелочных продуктов (аммиака в том числе) всегда у катода с длинными последствиями.

Мне кажется, что без всякого преувеличения надо считать гениальным и по истории своего возникновения, и по значению для биологии, в частности для физиологии, открытие проф. А. Г. Гурвича. По истории возникновения это — редкий пример научной прозорливости, ибо основные данные относительно наличия и работы физических полей в области, где возбужден процесс клеточного деления, предвидены автором в далеком прошлом, когда у него под руками не было физиологического эксперимента и сам он работал исключительно как гистолог. Я помню уверенные ожидания и предвидения А. Г. Гурвича в этом направлении еще в 1908–1909 годах, когда мы, бывало, собирались «без генералов» в «обществе маленьких зоологов», чтобы высказываться, не боясь осуждения со стороны чрезмерных авторитетов. По значению для биологии, в частности по перспективам для физиологии, открытие совершенно исключительно. Это стало для нас в особенности явным, когда было обнаружено, что не только клеточное деление, но и обычный процесс рабочего возбуждения в ткани приблизительно в тот же момент, когда рождается предваряющий высоковольтный ток действия, сопровождается возникновением поля вокруг возбужденной области. Для процесса клеточного деления стала выясняться новая перспектива возможности резонантного взаимодействия между областями возбуждения: если делящиеся клетки испускают из себя лучи определенной длины волны, то, в свою очередь, эти лучи являются митогенетическими, т. е. способными возбудить деление в клетках. Понятно, какие пути открывались бы для всей физиологии, если бы оказалось, что и обыкновенное рабочее возбуждение клетки, испуская «митогенетические» лучи определенной частоты колебания, способно через их посредство влиять на возбуждение других соседних клеток. А это тем более вероятно, что, как теперь доказано, митогенетические лучи это — ультрафиолетовые лучи длины волны 2000—2500 онгстремов, а по Рейтеру и Габору, около 3400 онгстремов; об ультрафиолетовых лучах стало известно, что они поглощаются дыхательными энзимами дрожжей (Варбург и Нагелин, 1929), дыхательные же энзимы, как видели мы выше, играют первостепенную роль в процессе возбуждения животных тканей, а потому неудивительно, что лучами около 4000 А° можно, например, восстановить

возбудимость и проводимость нерва, задушенного окисью углерода (Фр. О. Шмит, 1930). Принципиально возможно, таким образом, ожидать взаимного совозбуждения и резонантного влияния двух активных нервных очагов друг на друга. Энзиматический распад тканевых материалов в скрытый период возбуждения вызывает ультрафиолетовое излучение и, в свою очередь, может вызываться им в качестве вторичного эффекта.

Пока с точностью установлено митогенетическое излучение при возбуждении мышцы поперечнополосатой (Г. М. Франк) и гладкой (Е. М. Крепс и Г. М. Франк), безмякотного нерва (Л. Л. Васильев, Г. Э. Гольденберг и Г. М. Франк), стационарное, как бы подкрепляющее самого себя, излучение злокачественных опухолей, закономерная смена источников стационарного излучения в развивающемся эмбрионе впрямь до того, как во взрослом состоянии источником стационарного излучения станет в особенности кровь. В эмбрионе получается своего рода волна митогенетического излучения, поскольку области регрессирующих тканей усиленно излучают и тем самым возбуждают новые области митозов в сфере прогрессирующего нарастания и дифференцирования тканей. В общем области излучения увязаны: а) с регуляцией последовательного хода эмбриональных митозов в развивающемся организме зародыша; б) с реактивными митозами в области регенерации взрослой ткани после ее альтераций и в) с реактивными возбуждениями взрослых тканей при рабочих реакциях в ответ на раздражения.

Сам по себе процесс деления есть сложная реакция клетки, предполагающая, во-первых, ряд необходимых условий в самой, собирающейся делиться клетке («факторы готовности»), и, во-вторых, со вне приходящие факторы, приносящие с собою импульсы и стимулы к делению («факторы осуществления»). До очевидности ясно, что ультрафиолетовые митогенетические лучи, поранения и раздражения, когда они вызывают в клетке реакцию деления, не являются для него поставщиками энергии. Роль раздражителя и вообще станции отправления для раздражающих импульсов — дать импульсами разрешающий толчок для реакции, которая энергетически и организационно заготовлена в клетке до них; реакция же питается целиком потенциалами станции назначения, т. е. самой реагирующей клетки. Но от стимулирующего раздражителя зависит, во-первых, пуск реакции в ход, во-вторых, объем реакции в заданный интервал времени и, в-третьих, направление, в котором расположатся митозы в заданной группе клеток. Митогенетический луч есть элективный и адекватный раздражитель для реакции митоза. Все эти характеристики сближают до совпадения отношения между митогенетическим лучом и митозом, с одной стороны, с общими отношениями между раздражающим импульсом и реактивным возбуждением в проводящих тканевых системах — с другой. Далее, для митогенетических лучей, как для всякого физиологического раздражителя, имеется порог оптимума и пессимума раздражающего действия (в зависимости от частоты прерывистой экспозиции и интенсивности ее), явления «вкрадывания» раздражителя без разрешающего эффекта, далее своего рода рефрактерная фаза деления, когда, вслед за совершившимся приступом митоза, клетка оказывается на некоторое время утратившей «готовность» к новой реакции деления.

Если допустить это сближение временной неспособности к митозу с рефрактерною фазою, то замечательно, что клетка, не успевшая еще изготовиться к очередному митозу, оказывает сугубую способность к вторичному индуцированному излучению из себя. Между работою вто-

ричного излучения из клетки в преддверии ее митоза и самую работу митоза есть как бы «антагонизмы», поскольку источник энергии для них один и тот же. Наконец, есть замечательный факт, напрашивающийся на ближайшую аналогию с процессом усвоения ритма в возбудимых элементах. Это эффект митогенетического облучения делящихся клеток, когда в результате дополнительной «чужой индукции» получается сокращение рефрактерных фаз, или ускоренное возвращение клеток в состояние готовности к делению (Гурвич, 1927—1928). В результате получается более высокий темп клеточного деления, повышенная дееспособность всей облучаемой культуры, ее как бы «оздоровление». Если здесь перед нами в самом деле функциональный гомолог с усвоением ритма, наблюдаемым при возбуждении нервных элементов, то отсюда открывается и очень простой ключ к пониманию того, от чего зависят пределы усвоения ритма для каждой отдельной ткани. Я воспользуюсь случаем, чтобы сказать об этом несколько слов. Ускоренное наступление 2-го эффекта получается от того, что второй импульс достаточной силы следует за первым на интервале меньшем, чем совокупная рефрактерная фаза, но большем, чем период совершенного расстройства готовности ткани к реакции. Стало быть, если уже относительно слабых посторонних импульсов будет достаточно для поддержания ритмических эффектов, когда импульсы следуют в тот же самый ритм, что и скорость спокойного восстановления готовности ткани к очередной реакции (т. е. когда раздражающий ритм соответствует «собственному ритму» ткани), то несколько более энергичные и учащенные импульсы будут способны заставлять ткань реагировать в этот учащенный ритм, пока каждый последующий импульс, сближаясь со своим предыдущим, не выйдет из пределов «относительной рефрактерной фазы». Легко предвидеть, хотя бы из общепринятого представления об «относительной рефрактерной фазе», способность любого возбудимого субстрата настраиваться на более высокий ритм деятельности под влиянием приходящих несколько более частых импульсов.

Я пользуюсь случаем пояснить физиологический смысл усвоения ритма на этих интересных аналогиях в явлениях А. Г. Гурвича. На них его проще усмотреть, ибо все явления очень растянуты здесь во времени.

Аналогия идет еще и несколько дальше. Ускорение ритма митозов под влиянием облучения со стороны и, в результате, некоторое оживление и «оздоровление» клеток в культурах наблюдались школою Гурвича в особенности на фоне некоторого упадка жизнедеятельности клеток. И мы улавливали явления усвоения ритма в особенности на ткани с несколько пониженной лабильностью. Затем эксплуатация ткани в порядке усвоения ритма теоретически должна вести за собою, в особенности на вырезанной из тела ткани, в более или менее близком будущем явления угнетения. В. С. Русинов и получил у нас феномен «*postexcitatory inhibition*», именно, как следствие предшествовавшей экзальтации ткани в порядке усвоения ритма. У А. Г. Гурвича под влиянием облучения получается увеличение процента делящихся клеток, увеличение стойкости культуры и, при несколько более продолжительном облучении, обратимый эффект индукционного угнетения. Насколько я понимаю, несколько неожиданным, новым и затруднительным в процессе усвоения ритма может показаться лишь то, что отдельные приступы активности идут в это время более короткими фазами во времени и часто более высокими по амплитуде. Эти признаки говорят о том, что в процесс возбуждения в это время приходит откуда-то добавочная энергия.

Откуда она могла бы явиться? На это я должен сказать следующее. Парадоксальным и непонятным возрастание энергии отдельных возбуждений в наших случаях может представляться лишь с точки зрения прежнего учения о взрывной природе возбуждения и о безусловном постоянстве энергий последовательных отдельных взрывов (строгий «all or none»). Если возбуждение есть сам собою идущий, свободный энзимный процесс, обеспеченный энергетически в соответствующем субстрате в большей степени, чем это необходимо для размеров среднего нормального возбуждения, то колебания по величине отдельных возбуждений естественны, и возбуждения будут возрастать при одном из двух условий: 1) если при одной и той же исходной величине химического потенциала ткани катализ отдельных приступов возбуждения возрастает как в смысле вовлечения в работу более обширных порций распадающегося вещества, так и в смысле более значительного и ускоренного ресинтеза истраченного вещества и, тем более, 2) если ткань будет иметь под руками приток химических потенциалов с кровью или рингеровским раствором, а ускоренный восстановительный ресинтез, вызванный в ткани по поводу работы, окажется способным еще строить и наращивать к исходной величине химического потенциала ткани некоторый прирост, обеспечивающий большую работоспособность ткани в следующий же момент за работой. В обоих случаях дело идет о возрастании энергии отдельных приступов возбуждения, прежде всего, вследствие благоприятных условий кислородного дыхания в ткани. На изолированной ткани оно приводит к тому, что рабочее расходование исходного потенциала растягивается на более продолжительное время, на ткани в условиях кровообращения дело может доходить даже до накопления потенциала сверх исходной величины и как раз по поводу работы. Наглядным примером первого случая служит (нарочно беру чужие, не нам принадлежащие факты) возрастание скорости проведения, сокращение во времени продолжительности токов действия и увеличения их амплитуды, увеличение механических эффектов в сердечной мышце при сдвиге в ней реакции в основную сторону (опыты Андруса и Картера и затем Друри и Андруса, 1924). Исключительно важным примером второго случая является замечательное и такое, на первый взгляд, неожиданное наблюдение Винтерштейна и Гиришберга (1925): переживающий спинной мозг в присутствии кислорода потребляет из окружающего рингер-локкэвского раствора (содержащего 0,2% сахара) 4 мг в 24 часа на 1 г своей массы; электрическое раздражение мозга увеличивает потребление сахара более чем вдвое; и при этом, если в окружающей жидкости есть инсулин, содержание гликогена в мозгу прибывает именно по поводу раздражения. В присутствии кислорода и инсулина спинальные нервные центры строят свой гликогенный потенциал в особенности по поводу работы.

Мне кажется, что приведенные данные достаточно уясняют, откуда может браться и добавочная энергия для повышенной и учащенной работы ткани в порядке усвоения ритма. Если обыденная суммарная наблюдательность учит нас тому, что несколько повышенный темп срочной работы, вначале обременительный, утомительный и даже неисполнимый, становится затем, в порядке упражнения, привычным и обыденным, а работавшие мышцы делаются при этом работоспособнее и потенциальнее; если теоретическое представление об «относительной рефрактерной фазе» побуждает предвидеть расквашиваемость тканевой жизнедеятельности на более высокие ритмы от более частых импульсов, — то более конкретное представление о химии и энергетике ткани

в покое и возбуждении приоткрывает то, как все это возможно и осуществимо.

Для убеждения в том, что не мне одному данные об усвоении ритма тканями представляются важными и принудительными, и также для извинения себя в том, что я не менее 12 лет позволяю себе упоминать о них в преподавании, приведу на выборку две цитаты из недавнего курса Абдерхальдена (1927): «Следует принять во внимание, что при сильных раздражениях рефрактерный период может укорачиваться, так что большое число действующих возбуждений в единицу времени может приобрести влияние на центральные области рефлекторной системы. Слабое место закона „все или ничего“ — в том, что для объяснения указанного наблюдения ему приходится прибегать к вспомогательной гипотезе». «Спинальные центры в известных границах можно принудить подчиниться ритму последовательных раздражений, так что соответственно большее число возбуждений получает возможность передаться от них на периферию».

Вместо того, чтобы спорить, существует усвоение ритма или нет, было бы практичнее заняться измерением, в каких пределах различные ткани способны усваивать ритмы приходящих импульсов, без опасности сколько-нибудь ощутительного угнетения впоследствии. А сверх того принцип усвоения ритма есть плодотворнейшее начало для теоретической физиологии, побуждающее к пересмотру многих устаревших теорий и чреватое большими последствиями в разных главах нашей науки.

По поводу работ А. Г. Гурвича над митозом лишний раз и очень наглядно выплывает значение физиологического понятия «рефлекса» в его конкретном применении к новой области. По этому примеру легко представить себе, какое действие имело это понятие в декартовские времена, а также видно и то, что понятие это отнюдь не умерло, как иногда склонны думать наши современники. С момента, как понятие рефлекса приложено к процессу клеточного деления, митоз перестает быть спонтанным процессом и становится реакцией, т. е. эффектом, мотивированным вполне отчетливо текущей обстановкой или «средой». Этим однако не уничтожается спонтанное действие субстрата: оно лишь ставится в определенные границы в его противоположении факторам среды и от этого оно становится более определенным по содержанию и значению. Рефлекс рисуется не чисто пассивным передвижением косяного шарика под влиянием полученного им удара со вне; так рефлекс мог изображаться, пока надо было подчеркнуть в особенности его мотивировку из среды. Но в полноте своей он представляется встречей во времени двух условий: с одной стороны, деятельности заготовленной, или сложившейся в самом субстрате (клетке) за предыдущую его историю, и, с другой стороны, внешних импульсов текущего момента. В чем же нормальное, наиболее типическое соотношение между этими двумя сторонами рефлекторного акта, т. е. того, что сложилось и детерминировано в прошлом, и того, что является более или менее случайным «раздражителем» данного мгновения? А. Г. Гурвич проницательно берет за тип этого соотношения следующую пару: с одной стороны, заготовленную прошлую историю системы деятельность, кажущуюся ее спонтанной тенденцией, поскольку для данного момента она представляется мотивированною всецело в прошлом и продолжающеюся сейчас только по инерции; с другой стороны, дополняющий случайный импульс из среды, который может внести в продолжающуюся историю клетки новые черты, видоизменить ее ход, но, встречаясь с резко

выраженной тенденцией и инерцией активности в клетке, в первую очередь дает выразиться этой тенденции и инерции, т. е. служит прежде всего подкреплению и осуществлению заготовленной тенденции. Эти «факторы готовности» внутри и «факторы осуществления» вне реагирующей клетки или, иными словами, ф а к т о р ы у с т а н о в к и к делению внутри и ф а к т о р ы р а з р е ш е н и я этой установки из среды. Вспомним, что для новой физиологии «раздражитель» представляется именно разрешающим фактором для процесса возбуждения. Установка или тенденция к делению, разрешающаяся по поводу ранения клетки (как бы abortивный случай митоза), или по поводу ее ультрафиолетового облучения может впрочем разрешиться и без этих дополнительных побудителей. Медленнее, чем при побудителях, но своевременно развернется в клетке процесс, сложившийся в ней в ее прошлой истории. Это то, что в физиологии называется «автоматизмом» действующих приборов или их «аутохтонною» деятельностью. Дыхательный центр, и сердце, и почка, и кишечник развивают свой аутохтонный ритм возбуждений и тогда, когда раздражители со вне удалены. Здесь открывается, что чем более выражена тенденция (или установка) к делению клетки, тем менее требуется внешний раздражитель для начала реакции. Процесс заготовлен, он все равно рано или поздно осуществится — внешний раздражитель ускоряет его наступление. Если постороннего раздражителя нет, все равно накапливающегося в клетке аутохтонного напряжения оказывается достаточно, чтобы от времени до времени дело доходило до вспышки митотического деления, которая повторяется периодически, например в корешке лука — каждые 20 часов. Гурвич допускает, что эти самостоятельные вспышки митотической деятельности клетки могут происходить от самоподкрепления начинающегося возбуждения собственным продуктом, внутриклеточным действием ультрафиолетового излучения, которое развивается по мере возникающего возбуждения. Очередная вспышка митоза может повториться полностью без добавочного раздражителя со стороны, или с добавкою его в ничтожном количестве. Другое дело, если раздражитель со стороны пытается вызвать митотические явления ранее прохождения полного интервала покоя. Сразу после осуществившейся вспышки митоза внешний раздражитель не производит эффекта (рефрактерная фаза митоза). За полную рефрактерностью следует фаза, в течение которой экстренный митоз может быть вызван более или менее сильным дополнительным излучением со стороны. Экспериментальное раздражение облучением ведет, таким образом, к сокращению фаз покоя между последовательными фазами активности — ткань сокращает рефрактерные фазы, повышает свою лабильность и способна усваивать ритм раздражителя. Без сомнения для усвоения ритма существуют свои пределы, определяющиеся тем, в какой мере сопряженные циклы реакций внутриклеточного обмена способны к дополнительному катализу и ускорению без разрыва и без утраты своего организованного течения.

Проблема физиологического действия электрического поля, поднятая В. Я. Данилевским, и проблема физиологического действия поля ультрафиолетового излучения, отвлеченно поднятая Виктором Анри, а теперь с такою конкретностью Гурвичем с сотрудниками, подводят нас к пересмотру представлений о способах взаимодействия аппаратов возбуждения внутри тела. Старые модели непрерывной нервной сети, или переменных контактов, не могут покрыть собою всех случаев взаимодействия органов. В помощь объяснениям из непосредственной нервной связи выступают данные о гуморальных взаимодействиях

между нервными клетками. Помимо каких бы то ни было непосредственных нервных связей между собою, широко разбросанные по центральной системе нервные клетки оказываются функционально увязанными между собою, когда вырабатывают один и тот же пигмент, т. е. обладают аналогичным химизмом. Заболевание или удаление меланины вырабатывающих ганглиозных клеток где-нибудь в субталамической области влечет за собою заболевание или атрофирование меланины вырабатывающих нервных клеток вегетативного ядра блуждающего нерва, хотя морфологической увязки через пути между этими клетками нет. Помимо гуморальных сообщений в последнее время все более укрепляется мысль, что нервные станции могут влиять друг на друга, наподобие резонаторов, хотя бы и без непрерывных сообщений, своими полями. Один из наиболее заслуженных физиологов Союза проф. А. В. Леонтович в последние годы выдвигает новые принципы передачи нервного возбуждения с нейрона на нейрон, при помощи электрической индукции, производимой электрофизиологическими токами, вследствие их волнового, колебательного характера. Усовершенствованный метод окраски нервных элементов метиленовою синью дал возможность А. В. Леонтовичу открыть наличие у высших позвоночных широко развитой диффузной нервной сети типа сплетений Ауэрбаха и Мейсснера или периферических сплетений, открытых в свое время у низших беспозвоночных братьями Гертвигами. Наряду с централизованной высшей нервной системой тело высшего позвоночного сохраняет таким образом и древнейший тип иннервации органов на местах, свойственный низшим классам животных. Вот в этих нервных сплетениях внутри периферических и внутренностных органов позвоночного Леонтович обнаружил присутствие ганглиозных клеток упрощенного типа, снабженных перичеселлюлярными аппаратами. Периферические ганглиозные клетки с перичеселлюлярами найдены, например, и в мышечном органе, лишенном кровеносных сосудов (в перегородке предсердий лягушки) и в чувствительных нервных сетях кожи. Изучение же перичеселлюляров вокруг ганглиозных клеток наводило Леонтовича на счастливую мысль применить к ним формулы томсоновского колебательного контура, причем оказалось, что вычисленные характеристики работы перичеселлюляров, сила тока, внутреннее сопротивление и т. д. весьма близки к данным эксперимента. Смелая мысль, что передача нервных влияний совершается здесь через электрическую индукцию с нейрона на нейрон, приобретает солидный фундамент, а вместе получают известное освещение и многие, не понятные до сих пор, стороны работы нервной системы. Мы знали до сих пор об этой многолетней работе А. В. Леонтовича по частичным докладам его на физиологических съездах. В настоящее время данные и выводы А. В. Леонтовича публикуются в развернутой форме в журнале Украинской Академии наук под заглавием «Нейрон как аппарат переменного тока».

Достижение А. В. Леонтовича тем более замечательно, что его лаборатории в Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ныне Московского института крупного мясо-молочного скотоводства) приходилось разрабатывать в то же время вопросы улучшения суррогатного питания, коррекции питания попорченными продуктами, а в последнее время вопросы механического доения и построения доильных машин.

По преимуществу биофизическими являются превосходные по замыслу и выполнению работы проф. Н. А. Бернштейна, значительно углубляющие и продвигающие те искания, которые завещаны физиологии известным Отто Фишером. Дело идет о наиточнейшем изучении

движений, производимых организмом в порядке физиологических реакций и работ. Почти всякий вопрос в физиологии отправляется от наблюдения того или иного движения в организме и от попытки найти его причины; а между тем, за редкими исключениями, физиологи не располагают совершенно точными характеристиками реальных движений в организме и довольствуются приблизительными описаниями или спределениями их. Открытие микроскопической техники произвело огромный переворот в естествознании именно благодаря тому, что вместо приблизительных и суммарных характеристик для живых архитектур стало возможно узнать их мельчайшие детали, каковы они есть в природе. То была микроскопия исключительно анатомическая или неподвижных форм в пространстве. Приходит время, когда наука может заговорить о «микроскопии времени», как выражается где-то Н. А. Бернштейн, о «микроскопии хронотопа», как сказали бы мы. Это — микроскопия уже не анатомическая, а физиологическая: микроскопия не неподвижных архитектур, но микроскопия движения в текуче-изменяющейся архитектуре при ее деятельности. И здесь будет новый переворот в естествознании, последствий которого переоценить мы пока и не можем, подобно тому как современники Левенгука и Мальпиги не могли предвидеть, что принесет их потомкам микроскоп. Попробуем вкратце характеризовать значение того пути, на который зовет нас Н. А. Бернштейн, дабы нам стало ясно, в какой мере это отвечает духу новой науки, интимной философии нового естествознания.

Попытки дать более или менее строгий отчет о форме и рабочем значении мышечных движений начались не со вчерашнего дня. К этому стремились издавна те анатомы, которые не замыкались исключительно в морфологические наблюдения, но пытались строить «физиологическую анатомию», как это делал у нас, например, проф. П. Ф. Лесгафт. Изучать реальную прижизненную траекторию движения во всех ее извивах и деталях не представлялось возможным. И люди считали более сподручным начинать с морфологической характеристики действующего сустава и с определения направлений тех мышечных тяг, которые на данный сустав могут действовать; отсюда уже а priori конструировались те движения, которые прижизненно возможны в этом суставе. По существу только от того, что не находили возможным исполнить ближайшее насущное дело — практически изучить траекторию движения на ходу реакции, как она течет в действительности, люди переходили к чисто рационалистической задаче, звучащей очень гордо: теоретически построить и предсказать движение на основании геометрических и механических предпосылок, опирающихся на наблюдения над трупом. В действительности это были типичные рационалистические попытки в науке, которые не столько приближали к реальному распознаванию действительности, сколько приучали подменять действительность рациональными схемами, завлекавшими красотью или простотой. Ученые находили с того, что «на глазок» определяли данный сустав как «эллипсоид вращения», «гиперболоид вращения», «трубчатую поверхность», и из этих звучных, но заведомо натянутых характеристик предсказывали, какие траектории необходимы для подвижного члена, скользящего или катящегося на такой поверхности. Не трудно представить, что при такой мнимой точности в определениях получалась на самом деле вщая неточность в отношении действительности, которую не стеснялись натягивать и подрезать на прокрустовом ложе предвзятых упрощений. В действительности эллипсоидов и гиперболоидов в скелете мы не находим, живая природа предпочитает всегда более или менее капризные,

изменчивые, тератологические формы и, притом, формы отнюдь не идеально твердые, но эластически подвижные, в значительной мере зависящие от самих движений, которые на них разыгрываются. Приходилось решать, что дороже: точность и красивость математических зависимостей, под которые можно было бы подвести «с некоторым приближением» реальную группу движений, причем отклонения действительности от закона снисходительно объявлялись неважными; или дороже всего верность действительности до самых дифференциальных деталей, до ультрамикроскопии, так, чтобы по возможности не оставалось более никаких «пренебреженных величин».

Как кажется, новое естествознание по всему фронту оказывает предпочтительное желание быть именно верным действительности, как она есть, хотя бы она была очень трудна для принятия и совсем не так красива, как желательно. Дело естествоиспытателя не в том, чтобы подыскивать подходящие формулки, в известных пределах совпадающие с ходом действительных фактов, но в том, чтобы узнать ход действительности, как она есть. Отсюда та антипатия к рационалистическому складу мышления, которая характерна для большинства натуралистов. В какой мере это желание рецепировать и брать реальность, как она есть, характерно для новой науки по всему фронту, можно видеть из того, что в самой чистой математике рождаются попытки выйти из мира стандартно-правильных форм и научиться оперировать с «аморфными группами точек» в протяжении. Натуралистическое чутье новых ученых побудило их в биомеханике решительно сойти с рационалистического пути старой школы и, вместо гордых предсказаний из общих геометрических и механических предпосылок движения, заняться скучной работой наиточнейшей регистрации реальных прижизненных движений. Не подчищение реальности ради подчинения ее упрощенной математической формуле, но изыскание новых математических средств для выражения реального хода событий! Это дело несравненно более трудное, но и несравненно более плодотворное. На этот путь встал в свое время Отто Фишер, и на углубление его зовет нас Н. А. Бернштейн. Укажу здесь на классическое по детальности разработки «Исследование по биомеханике удара» (Исследования ЦИТ'а, 1923). Не знаю, насколько согласится со мною Н. А. Бернштейн, но я убежден в том (как это ни странно, быть может, звучит при первом впечатлении), что биомеханика, строяемая трудным и, вместе, скромным натуралистическим путем детальнейшего учета конкретных движений с тем, чтобы в конечном счете выразить их в математическом изложении без какого бы то ни было втискивания их под заранее заготовленные стандарты — это не механистическая дисциплина. Это дисциплина, заранее настроенная против абстрактности и искусственности механистического отношения к реальности, желающая взять реальность физиологического рабочего движения по возможности по всей полноте. Биомеханика Фишера и Бернштейна отнюдь не становится механистическою оттого, что ей приходится употреблять термины и приемы рациональной механики.

Как и надо ожидать, детальнейший и точнейший отчет о реальном рабочем движении во всей его полноте сразу дает возможность заметить такие тонкие признаки утомления нервных заболеваний, степени упражняемости и т. п., о которых не приходилось мечтать в прежнее время. Для целостного изучения утомления в его биомеханических проявлениях наиболее удобными объектами являются сложные, высокоавтоматизированные и хорошо биомеханически изученные двигатель-

ные совокупности, вроде загруженной и незагруженной ходьбы, бега и т. п. Для дифференцированного изучения влияния общего и местного утомления наилучшими объектами являются быстрые производственные движения с высокой степенью сочетательной координации. Методологически этого и надо было ожидать.

На том пути, на который встал Н. А. Бернштейн, дал весьма ценные работы проф. К. Х. Кекчев, применяя методику хроно-циклограммографии к общим рабочим движениям человека, к изучению патологических походов, утомления и т. п. Без сомнения, изучение наличного физиологического состояния организма будет еще полнее и ближе к всестороннему отчету, если рядом с детальным наблюдением двигательного поведения будет производиться учет кровообращения, дыхания, выделения, эндокринных систем, обмена веществ и энергий. Вместо того, чтобы изучать утомление по какому-нибудь вырванному из целого, особому ряду признаков, следует судить о нем по совокупности реактивных изменений в работнике. В недавнем прошлом было распространено среди физиологов молчаливое, аксиоматическое убеждение, что начавшаяся работа в отдельной ткани и в целом организме тотчас и неизбежно сдвигает субстрат в неблагоприятную сторону, т. е. с первого мгновения неизбежно уменьшает в нем работоспособность. Собственно говоря, дело шло не о фактически доказанном положении, но о «само собою разумеемости»: ибо ведь с первого момента начавшейся работы начинается трата исходного потенциала и, стало быть, арифметически ясно, что уже в следующее мгновение после начала работы дело для работы становится хуже, чем было до работы. На основании изучения утомления по совокупности изменений в перечисленных выше системах Кекчев пришел к определенному выводу, что при всякой работе имеют место три последовательных периода: а) возрастающая работоспособность, б) максимальная работоспособность и в) убывающая работоспособность. Как на отдельном органе, так и на целом организме работа ведет к ускорению и увеличению в объеме обмена веществ, к выработке приспособления и более выгодной установке по отношению к заданной деятельности, к поднятию тканевых окислений, к мобилизации пассивных потенциалов, к увеличению коэффициента утилизации этих последних. Стало быть, прежде чем дело пойдет о дефектах и об утомлении, работу приходится оценивать, как положительный стимул жизнедеятельности для тканей, органов и организма. К. Х. Кекчеву принадлежит ценный учебник по физиологии труда, расходящийся сейчас вторым изданием.

Весьма энергично и с большими плодами работала лаборатория проф. А. И. Смирнова. Предметом изысканий был тонус вегетативной системы. Физиологическая традиция занимается преимущественно периферическими приборами вегетативной иннервации в органах. А. И. переносит внимание в особенности на «центры» вегетативной системы и на значение ее тонуса для организма в целом. Ближайшим объектом служил блуждающий нерв в его отношении к желудочной секреции и к сердцу. Традиционный подход обрекал авторов на узкоописательные характеристики периферических ветвей вегетативной системы («возбуждающий нерв такой-то секреции», «тормозящий нерв для движений кишечника» и т. д.); освещение роли того или иного вегетативного пути в зависимости от состояния его центральных станций дает возможность А. И.-чу дать более конкретную физиологическую характеристику путям, принимая в расчет весь диапазон эффектов, который может лежать на данной вегетативной ветви. Участникам III Физиологического съезда

намятно энергичное слово проф. Смирнова о том, что «пора перестать характеризовать вагус как тормозящий нерв сердца». Вагус — посредник между центрами и сердцем; посредничество это сказывается не только в его охранительно регулирующих влияниях на сердечный ритм, но и во взаимных влияниях текущего метаболизма сердца через кровь на ядра вагуса. Сердечный ритм каждого данного момента есть сложный интеграл воздействий миокардия через кровь на вегетативные ядра и импульсов с этих ядер обратно на миокардий. Вегетативный тонус вагуса выражен в различной степени у разных видов; он нарастает за онтогенетический период; говоря вообще, он аутохтонен и в то же время регулируется корою и рефлекторными дугами.

Проф. Н. Ф. Попов, опираясь на исключительное хирургическое мастерство, дал ценные исследования над последствиями экстирпаций центральных органов. Отсутствие коры полушарий сказывается различно в зависимости от истории удаления кортикальной массы. При постепенном ее удалении животное успевает образовывать дополнительные регуляции в низших центральных этажах, опираясь на остающиеся массы коры; и в конце декортицированное животное оказывается более богатым в своих функциональных возможностях, чем в том случае, когда кора удаляется за один прием. Такие наблюдения наводят на мысль, что низшие нервные этажи могут становиться в известных условиях носителями регуляций, которые и в нормальных условиях могут заставить кору считаться с собою. Мощным носителем субцеребральных регуляций является мозжечок. Собака со строго симметрическим удалением мозжечка в опыте Н. Ф. живет свыше 5 лет. Другая собака без полушария большого мозга слева и без полушария мозжечка справа; если безмозжечковая собака характеризуется сменой атоний и гипертоний в мускулатуре, то исключение и коры, и мозжечка сохраняет тонус мускулатуры почти нормальным. Работа коры большого мозга в отношении мускулатуры тела значительно видоизменяется в зависимости от того, имеет ли кора перед собою мускулатуру, предварительно отрегулированную мозжечком, или коре полушарий приходится брать на себя эту регуляцию, как это бывает, например, при врожденных аномалиях, когда мозжечок отсутствует от рождения. Экстирпация мозжечка придела Попова к оценке его, близкой к данным Дюссед-Баренна и Гольдштейна. Опускаясь по нервным этажам еще ниже, Попов приступил в последнее время к анализу периферических (в том числе вегетативных) регуляций в органах после перерезок и экстирпаций в спинном мозгу. На мой взгляд уже теперь ясно, что периферические приборы нервной регуляции на местах являются не только посредниками для регуляций со стороны большого мозга и не только осуществителями некоего постоянного числа «субкортикальных стереотипов», но и такими факторами, с деятельностью которых коре приходится считаться в процессе сопоставления внутренних соматических событий с событиями среды. Коре сплошь и рядом приходится отправляться от регуляций, складывающихся в низших нервных этажах еще до специальных воздействий с ее стороны.

V

Классики физиологи были убеждены в том, что природа физиологического возбуждения и его последствий для тканей не будет разгадана до тех пор, пока не будет до конца понято действие постоянного электрического тока на возбудимые элементы. Так смотрел на дело Пфлюгер, так до конца своего утверждал наш учитель Н. Е. Веден-

с к и й. Проблема физического и физиологического электротона продолжает оставаться поэтому нестареющей, все обновляющейся областью изучения, ибо именно здесь ожидается возможность как бы уловить самый момент перехода физического в физиологическое — зависимость между передвижкой ионов и актом возбуждения. С этой стороны очень интересны многолетние, весьма точные и тщательные исследования В. В. Ефимова в Институте акад. П. П. Лазарева. Схематически, с некоторого времени, представляют себе дело так, что под влиянием внешнего тока, уравновешенно до сих пор распределенные ионы субстрата приходят в движение, равновесие между зарядами нарушается и, благодаря присутствию полупроницаемых преград, происходит местное накапливание концентрации ионов впрямь до наступления порога возбуждения. Каковы же в действительности по своей величине сдвиги ионов в нерве под влиянием приложенного к нему постоянного тока? И как более конкретно представить себе «полупроницаемую мембрану», около которой должны скопляться ионы? Повидимому, полупроницаемая преграда является поверхностью раздела между менее плотным и более плотным веществом нерва. Под действием внешнего тока ионы движутся в менее плотном веществе обратно пропорционально его вязкости и прямо пропорционально напряжению тока и постепенно скопляются у поверхности раздела. В нерве, прижизненно окрашенном нейтральным, наблюдается скорость передвижения границы желтого оттенка, т. е. гидроксильных ионов, под действием внешнего тока. С другой стороны, время, требующееся для наступления пороговой концентрации, определяется из хронаксии. Зная скорость передвижения гидроксильного иона и время достижения пороговой концентрации, вычисляют путь, проходимый ионами в нерве в момент возникновения возбуждения. Путь этот оказывается ничтожным: по порядку величины он соответствует размерам молекулы белка или липоида. Иными словами, ионы успевают продвинуться в момент возбуждения только сквозь один слой молекул. И «полупроницаемая мембрана» сводится к поверхностному слою раздела двух фаз в нерве к толщине стенки мицеллы. Сложная динамика возникновения и проведения возбуждения, которую ради удобства и плановности анализа полезно разбить на отдельные фазы, рисуется так: а) с началом воздействия электрического тока на нерв ионы и заряженные молекулы ориентируются по линиям тока; б) с чрезвычайной быстротой происходит сдвиг ионов от одних молекул к другим, остающимся в ориентировочном положении; в) сдвиг ионов нарушает электростатическое равновесие между ионами и молекулами, имевшее место при покое, причем приходят в движение, сдвигаясь на длину молекул-диполей, все ионы вдоль нерва — происходит распространение возбуждения вдоль нерва; г) выравнивающие силы диффузии и электростатического притяжения побуждают отрицательно заряженные ионы вернуться на свои прежние места — к положительно заряженным ионам и к положительным полюсам молекул. Все это предполагает подлинную физико-химическую организованность в работе возбудимого субстрата, «химическую организацию клетки», как выражался Гофмейстер. Приведенное расчленение процесса возбуждения, как надеется В. В. Ефимов, поможет приступить к физико-химическому анализу его по частям, дабы затем восстановить целую картину возбуждения.

Лекции В. В. Ефимова по физико-химической физиологии, а затем по математической физиологии в ЛГУ не мало вдохновляли нашу молодежь и укрепляли в ней убеждение, что быть полезным работником

по физиологии труда можно, лишь непрерывно образовываясь и въедаясь в области физиологической теории.

Большую и полезную работу провел В. В. Ефимов по изучению утомления. Он внес и практический корректив в обычный лабораторный прием «функциональных проб» на рабочих по эргографу, кровяному давлению, пульсу, времени психической реакции, числу ошибок, бодрости внимания и скорости производственной работы. Исследователи часто жаловались на пестроту и шаткость результатов таких определений на практике.

В. В. Ефимов настаивал на необходимости параллельного обследования во всех этих направлениях, затем массового накопления экспериментального материала и статистической его обработки. Соблюдение этих правил привело к определенным и очень ценным выводам. Отчетливо выявилось благоприятное значение регулярных перерывов в работе, в частности обеденного перерыва, и благоприятное действие психического момента и эмоции (ожидания) на ход суточного и недельного утомления.

До известной степени представителем школы П. П. Лазарева является профессор И. Л. Кан. Ему принадлежит работа, дающая ценный материал для критики наших представлений о так называемом пороге возбудимости. Мельцер в свое время удивлялся упрощенности ходячих представлений на этот предмет. Рисуют себе дело обыкновенно так, что те первые признаки видимых физиологических эффектов, которые мы получаем на субстрате, постепенно увеличивая количество действующего раздражителя, и отмечают собою в точности рубеж, с которого впервые возникает впечатлительность данного субстрата к данной форме раздражения. Такое упрощенное учение вело к известному положению классической физиологии, что нервные центры невпечатлительны к одиночным индукционным ударам, даже к сильным, а требуют непременно последовательного ряда импульсов, дабы впервые наступило возбуждение. Мельцер указывал, что столь малая впечатлительность рефлекторной системы, принимаемая притом за принципиальную характеристику ее, биологически совершенно невероятна, ибо организм слишком заинтересован в том, чтобы достаточно тонко рецепировать уже относительно ничтожные изменения в среде. Можно ли допустить, чтобы рефлекторный прибор был «невпечатлителен» к столь грубому раздражителю, как одиночный сильный индукционный разряд, в то время как он улавливает в норме легкое дуновение ветерка, прикосновение пуха к коже и т. п.? Надо думать, что своим раздражителем, прежде чем он начнет давать видимые признаки возбуждения в ткани, мы уже создали «впечатления» в субстрате и притом впечатления, неблагоприятные для субстрата, угнетающие его. Это — один из наглядных примеров того, как экспериментатор должен опасаться самого себя, чтобы не вывести потом «нормальных закономерностей и правил» из того, что напортил в физиологическом приборе своими собственными руками. В дальнейшем стали смотреть на дело так, что раздражитель, прежде чем он разовьет в субстрате процесс возбуждения, должен создать в нем некоторые подготовительные изменения, например, достаточное накопление концентрационных изменений, дабы был достигнут тот рубеж концентрации, при котором взрывным образом вспыхивает возбуждение. Электрическому току, например, нужно известное достаточное «полезное время», чтобы образовать в ткани эти подготовительные к возбуждению изменения. Стали рисовать себе, что первая впечатлительность ткани к раздражителю собственно физико-химического характера, и «латент-

ный период» возбуждения и заключается в некотором накоплении тканью физико-химических эффектов (впечатлений), прежде чем ткань дойдет до той степени физико-химического изменения, когда наступит критическое условие для начала физиологической реакции. В пользу такого, спять же упрощенного, трактования латентного периода и кроющихся за его течение событий, говорило относительно большое постоянство его длительности во времени на нервно-мышечном препарате. Но уже на спинальных нервных центрах это отнюдь не постоянный, но широко переменный интервал. Да при более тонкой методике наблюдения и на нервно-мышечном приборе он закономерно колеблется в связи с условиями раздражения. Не кроются ли за скрытым периодом возбуждения уже чисто физиологические изменения в субстрате? Не начинается ли уже там «физиологическая впечатлительность» к действующему раздражителю и даже первый физиологический эффект, то приближающий начало видимой рабочей реакции прибора, то, напротив, тормозящий ее наступление? Ведь на рефлекторных системах затягивание скрытых периодов издавна толкуется как эффект торможения. Возможно, что физиологическая впечатлительность субстрата к раздражителю начинается гораздо ниже порога рабочих реакций, и эти последние наступают в результате «накапливания» скрытых эффектов, причем это накапливание («Aufspeicherung» Криса и «Summation latente» Лапика) со своей стороны может вести не только к положительному эффекту работы, но и к отрицательному эффекту торможения. Кан нащупывает эту важнейшую проблему в исследовании о «суммации и торможении местных раздражений на нерве». Перед ним альтернатива: если стоять на правоверном «all or none», то суммации и торможения ниже «порога» будут не физиологическими эффектами, но еще исключительно физико-химическими; и тогда встает необходимость перенести в физическую химию субстрата проблему об оптимуме и пессимуме раздражения и далеко оставить за своими плечами все существующие до сих пор схемы физико-химических влияний раздражителя на нерв, или считать, что перед нами уже первый случай физиологического оптимума и пессимума и тогда перестать видеть в «all or none» аксиому и, прежде всего, перестать видеть в эффекте возбуждения «взрывной» эффект. Если возбуждение есть энзимный процесс, регулируемый на различные уровни, то нет никаких принципиальных затруднений говорить еще о «подпороговых» эффектах возбуждения, т. е. не только о скрытом периоде возбуждения, но и о «периоде скрытого возбуждения»; перед нами, с одной стороны, возбуждения еще подготовительного значения и, с другой стороны, возбуждения уже прямого рабочего значения в данном приборе. Для тех и для других есть свой оптимум и пессимум. О том, что еще для деликатнейших воздействий «раздражителя» существуют физиологические и физико-химические оптимум и пессимум, с наглядностью говорят нам так называемый «феномен зон» и затем феномен Danysz'a из области иммунных реакций.

Другая работа И. Л. Кана, заряженная теми же исканиями, проведена в лаборатории А. В. Хилла на исключительно удобном объекте для детальных исследований суммации и торможения — на огромных нервах атлантического краба *Maia*. Вскоре открылось, что раздраженные, уже переставшее вызывать «волны возбуждения», продолжает однако поддерживать длительное напряжение замыкательной мышцы в клешне животного. Если постепенно усиливать раздражения, начиная от слабейших, вначале получают «приросты напряжения», сокращения «медленного типа»; потом, с усилением раздражения, эффекты обыч-

ного типа одиночных сокращений и тетанусов. Также, если при одной и той же силе раздражения постепенно поднимать частоту его, начиная от «субминимальной», мы всгупаем рано или поздно в область тетанических эффектов; если, получив последние, начнем опять спускаться к убывающим частотам, разбуженный нашими раздражителями субстрат продолжает удерживать впечатлительность к раздражениям, но на низких частотах дает эффекты уже опять «медленного типа». Возбуждения медленного типа характеризуются инерцией: они возникают часто лишь при повторных приложениях слабого и редкого раздражения, а затем, однажды вызванные, удерживаются тканью в качестве последствия. Расщепив нервы, идущие к клешне, на две порции, можно вызвать длительное сокращение мышцы с одной порции нервов и затем поддерживать его (подкреплять) редкими импульсами с другой порции нервов. Автор приходит к различению в аппарате двух приборов: «пускающего в ход» и «поддерживающего». Последний требует значительно меньшей затраты энергии, чем первый, и предполагает для себя некоторую область с нарочитой способностью суммации. Как будто автор склонен приписывать именно этой области признаки доминантных явлений, которые он получил в клешне, и, быть может, в связи с этим склонен относить эту область на счет ганглиозных клеток в сплетении клешни. Данные на клешне не согласуются с теорией двойной иннервации, ибо эффект, вызванный с одной порции нерва, может быть то загор-можен, то подкреплен с другой порции нерва в зависимости от частоты и силы раздражения.

Эти замечательные данные Кана получены были в Плимуте летом 1929 г. и доложены на Харьковском съезде советских физиологов в мае 1930 г. В 1931 г. опубликована прекрасная работа Бриско, воспроизводящая на нервно-мышечном препарате теплокровного все основные наблюдения И. Л. Кана подчас до удивительных деталей. Раздражения, в 10—12 раз более слабые, чем те, что едва начинают восприниматься на язык, пока они редки, дают длительные и отличающиеся инерцией эффекты, наклонные к слиянию. В смысле рабочего значения это эффекты слабые, но энергетически чрезвычайно дешевые и неутомимые. Переходя в область более частых и сильных импульсов, начинаем иметь перед собою энергетически дорогие эффекты гипичных тетанусов, которые очень мощны по рабочему значению, но быстро спадают до пессимума, если пустить их на непрерывную работу. Зато они тоже неутомимы, если темповать их амплитуду отлогими периодами, по синусоиде, с подходящею длиною фаз нарастающей активности и успокоения. Англичане предлагают теперь провести различие между эффектами слияния (fusion), получающимися в районе редких и слабых раздражений, и эффектами собственно тетанического суммирования в районе более частых и сильных импульсов. Бриско полагает возможным отождествить первый район иннерваций с тоническими (позными) стимуляциями мышцы, второй же район с тетаническими (фазными) стимуляциями ее. Описанная Каном картина инерции медлительных эффектов тонического типа воспроизведена на теплокровном полностью. Однажды вызванный эффект длительного слабого сокращения поддерживается затем еще более редкими и ослабевающими импульсами довольно долгое время, но, однажды сорвавшись при затухании подкрепляющих импульсов, требует для своего воспроизведения опять несколько более энергичного раздражения. Это совершенно так, как А. Ф. Самойлов наблюдал на эффектах «тетанизированного одиночного сокращения». Бриско, подобно И. Л. Кану, постулирует на путях про-

ведения некоторую особую область, которую называет, впрочем, не областью усиленной суммации, но областью блока. Напоминаю здесь основное положение школы: возбудимый прибор, ранее начинающий суммировать, ранее будет и тормозить.

И. Л. Кан знает, как близко его явление увязывается с представлениями и ожиданиями нашей школы и как драгоценны его исследования для пути, намеченного Н. Е. Введенским. Н. Е. Введенский не был счастлив на приобретение продолжателей и учеников среди ближайших к нему людей. Иногда это его огорчало. Но, я думаю, он был уверен, что искания его и та правда, которая в них живет, найдут себе отзвуки на расстоянии, если не сейчас, то в будущем.

Электрофизиология возделывалась у нас, в особенности в Казани и в Москве, проф. А. Ф. Самойловым, одним из первых в Европе мастером в этой области, так неожиданно скончавшимся в 1930 г. Работы Самойлова и его школы отличались редким изяществом и точностью исполнения. Это не обычные чернорабочие физиологические пробы и починки, едва разбирающиеся в зарослях фактов, подавляющих воображение. Самойлов обыкновенно не брался за темы, где еще нельзя работать художественно и где нельзя ручаться, что результаты будут чеканными. Образцами электрофизиологической техники были исследования А. Ф. Самойлова с его сотрудницей В. А. Васильевой над плюрисегментальной иннервацией мышц, затем работа А. Ф. Самойлова над концевым прибором двигательного нерва в мышце, попытки электрографически измерить температурный коэффициент двигательного нерва и его концевой пластинки, проверка и обработка открытия покойного проф. Б. Ф. Вериго касательно возможности превратить двоякопроводящий нервный проводник в проводник с односторонним проведением. Лишь в последние 4—5 лет А. Ф. Самойлов решился перенести свою прелестную электрографическую методику в область центральной иннервации и приложить ее к решению очередных вопросов здесь. Я имею в виду электрофизиологические исследования шеррингтоновских и магнусовских рефлексов, проведенные А. Ф. Самойловым частью в сотрудничестве с М. А. Киселевым. Я был счастлив, когда А. Ф. Самойлов писал мне в 1928 г., что все более углубляется в вопросы парабриоза и собирается специально работать по ним. «Не уставайте пропагандировать перспективы парабриоза, вы делаете этим большое дело для будущей науки», — ободрял он меня. Плодом этого интереса к нашим вопросам была прекрасная работа А. Ф. Самойлова о «тетанизованном одиночном сокращении». Тем более тяжело для нас, что наметившаяся совместность работ с таким мастером так скоро для нас оборвалась.

В Пермском университете во главе физиологической лаборатории стоит проф. И. А. Ветохин, в течение многих лет ближайший ученик и ассистент А. Ф. Самойлова. Это чрезвычайно тонкий мастер-методист, унаследовавший от своего учителя изящество и строгость в осуществлении эксперимента. Весьма интересны данные И. А. — ча о влиянии симпатической иннервации на мускулатуру и о значении отдельных ионов уравновешенного солевого раствора для проведения волн возбуждения. При некотором избытке Mg-ионов, так же как и при задушении, возникает блок для перехода возбуждения с предсердий на желудочки — блок, сначала периодический, затем стационарный, но еще обратимый, если альтерация не заходит глубоко. Исключительный и принципиальный интерес представляют опыты над проведением волн воз-

буждения в кольцевой мускулатуре медузы со взаимным торможением при их конфликте и с убедительной демонстрацией того, что сама по себе волна возбуждения, когда она не тормозится встречным импульсом, пробегает по ткани километры без признаков какого-либо декремента.

Ранее А. Ф. Самойлова скончались два других столпа сеченовской физиологической школы: Н. Е. Введенский (в 1922 г.) и Б. Ф. Вериго (в 1925 г.). Плеяда работников, оставленных после себя И. М. Сеченовым, поредела с кончиною гигиениста проф. Г. В. Хлопина в 1929 г. и биохимика проф. С. С. Салазкина в 1932 г. Я напому вкратце основные данные Б. Ф. Вериго, сделавшие его имя широко известным у нас и за границей еще в досоветские годы: I) «Катэлектротоническая депрессия Вериго». Явление, известное под этим именем, говорит, что общеизвестное пфлюгеровское повышение возбудимости и зарождение возбуждения в области катэлектротона есть явление преходящее и закономерно переходящее в угнетение возбудимости. II) Поперечный срез нерва развивает явления того же рода, что и катэлектротон: здесь также, за кратким повышением возбудимости следует угнетение ее. III) Нерв возбуждается не только появлением, но вообще присутствием катэлектротона. Возбуждение рождается, говоря вообще, из места, где ток выходит из нервного проводника в его обкладку. Катэлектротон — фактор двойного действия: возбуждая, он с самого же начала начинает и угнетать, причем угнетение все углубляется. IV) Катэлектротон есть экспансивный процесс, вовлекающий в сферу своего возбуждающего действия сразу всю систему, ибо возбужденный участок, как электроотрицательный, навлекает на себя токи из покоящихся участков, тем самым сам подвергается их уже анэлектротоническому влиянию, и теми же токами, как выходящими из покоящихся участков, катэлектротонизирует их. V) Говоря вообще, чем более катэлектротонизирующих ветвей выходит из проводника, тем более суммарное возбуждающее действие на месте их выхода. Если почему-либо действие катэлектротонизирующих ветвей на одно и то же место проводника сделается стационарным, происходит фиксация переносимых сюда ионов на месте и неспособность продвижения их при прежней силе тока — оттого местная катодическая депрессия вместо возбуждения.

26 сентября 1920 г. Б. Ф. Вериго доложил нам, на очередной ленинградской физиологической беседе, свои данные о превращении двустороннего нервного проводника в односторонний местным действием электротона. Нормальные волны возбуждения, набегающие на участок электротона со стороны его анода, способны пройти через участок значительно более долгое время, чем волны, набегающие на участок со стороны его катода. Об этой работе я говорил выше. Опубликована она лишь в 1921 г.

Будущий историк русской физиологии мог бы заинтересоваться задачею проследить взаимное влияние двух молодых работников сеченовской лаборатории начала 80-х годов друг на друга, это — Н. Е. Введенского и Б. Ф. Вериго. Оба они очень самостоятельны в отношении своего учителя Сеченова: зарядив их общими положениями и громадным рабочим энтузиазмом, И. М. Сеченов мало дает себя знать в самом ходе их работ. Он отнюдь не подавлял учеников, их мысль шла по-своему. Вместе с тем они мало соприкасались работами между собою. В тот год, когда 19-летний университетский второкурсник Вериго начинал работать в лаборатории Сеченова, 27-летний Введенский, отсидевший уже свои три года тюрьмы, публикует свою первую работу о влиянии света на рефлекторную возбудимость

лягушки. Когда Вериго кончает университет, Введенский заканчивает работу о дыхательной иннервации лягушки, где в первый раз устанавливает явления корроборации, которые закладываются в его мысль своего рода руководящей идеей и докатываются потом до меня в качестве зародыша речей о доминанте. Это 1881 г. В это время Вериго усиленно сидит над электротомом и в 1883 г. печатает первую работу о катодической депрессии возбудимости. В тот же 1883 г. Введенский делает у Дюбуа Реймона свои руководящие наблюдения и открытия, с телефоном в руках, над токами действия мышцы и нерва. В 1885 г. следует новая замечательная работа Вериго с раздражением тройными электродами, когда Введенский публикует первые опыты с оптимумом и пессимумом тетанизации.

Я не буду продолжать этих параллелей. Читатель видит, что дороги двух талантливых сеченовцев не перекрещиваются. И, однако, можно сказать почти с уверенностью, что, не открыв Вериго в те юношеские годы катодической депрессии, не пришел бы и Введенский по поводу явлений оптимума и пессимума к мысли, что возбуждение и торможение могут являться выражением одного и того же процесса в зависимости от силы и частоты его факторов. Для меня очевидно, что вериговские учения о катэлектротоне, о распространении его влияний по проводнику, также о заставивании «катэлектротонирующих ионов» в месте его продолжительного действия, играли ошутительную роль в формировании учения о парабиозе и сами складывались под его влияниями. При всем том, что дороги наших ученых шли совсем разными проселками, надо заметить, что окончательное развитие мыслей о катэлектротоне у Вериго, отмеченных у меня под цифрами IV и V, и учение о парабиозе у Введенского сложились и вылились в одни и те же годы — 1899—1901. Дороги во многом сошлись и, однако, не совпали, не пошли далее одним большаком, а только пересеклись. Оба старых ученика Сеченова остались друг относительно друга на положении доброжелательной критики. Корень разномыслия лежал глубоко. Вериго принимал эмпирическую возможность разобложения двух органически спянных сторон нервной деятельности — проведения и возбуждения — за принципиальную раздельность их; Введенский считал, что трактовать в отдельности о проведении и о возбуждении значит иметь дело с абстракциями, ибо они предполагают друг друга не только логически, но и фактически по природе своей; так что во всех случаях, когда они представляются эмпирически разошедшимися, на физиологе надлежит обязательство — вскрыть, как это стало возможно и каковы были при этом конкретные условия наблюдения.

Между прочим, вот интересная деталь, которую будет не лишнее вспомнить. Б. Ф. Вериго воспринял со стороны мысль о затухании (декременте) возбуждений и исходил из нее в работе с Раймистром (1899 г.) при всем том, что представление о «декременте» явно не укладывалось в учение, отмеченное цифрою IV, о скачкообразном распространении катэлектротонических влияний по проводящей системе. Сколько-нибудь вдумчивое разумение учения о парабиозе исключает какую-либо возможность соглашения с ним учения о затухании возбуждения. Введенский естественно протестовал против него и считал его у Вериго незаконным и невяжущимся, чужим упрощением. Выход получился очень характерный для обоих ученых. Вериго встал на несколько формальную точку зрения, что для каждой отдельной единицы нервного проведения (нервного волокна) проведение должно прерываться мгновенно, без какого бы то ни было постепенного затухания;

на целом же нерве декремент получается оттого, что отдельные волокна прекращают проведение не одновременно, но начиная от более периферических к более глубоким, по мере проникания наркотика. Введенский ставит центр тяжести на том, что влияние химических и физиологических раздражителей на субстрат вызывает в нем реакцию по существу того же рода, что и влияние катэлектротона, т. е. сначала вспышку возбуждения, которая затем эволюционирует в депрессию. Участок, подвергающийся влиянию раздражителя, весь целиком переживает эту реакцию с ее последовательными фазами: сначала возбуждение, успевающее еще заявить о себе отправлением волны к мышце, затем весь же целиком — депрессию. Измененный участок каждой отдельной нейрофибриллы, как и суммы их, на всем протяжении альтерации сразу переживает вспышку возбуждения, которая сразу же, на всем протяжении переходит в депрессию. Уже сверх этого процесса, аналогичного процессу катодической депрессии и имеющего вполне принципиальное значение, сказывается влияние того обстоятельства, что яды, наркотики, петли тока и т. д. могут развивать свое влияние на нейрофибриллы участка не одновременно, но по мере просачивания с периферии вглубь. В общем дело идет отнюдь не о затухании и декременте в его настоящем, физическом смысле слова, но о том, что бегущие через альтерированный (катэлектротонический) участок волны до поры до времени еще могут его возбуждать дополнительно, совершенно так, как у Вериго каждая новая, дополнительная петля катэлектротона, посылаемая в участок депрессии, суммируясь с прежними, еще может до поры до времени вызвать в участке катодной депрессии вспышку и отправление волны возбуждения к мышце. Но это лишь до поры до времени. Начиная с известной глубины депрессии уже ни дополнительная петля катэлектротона, ни дополнительная стимуляция со стороны не могут побудить альтерированный участок к отправлению очередной волны к мышце. Отчего это? Введенский, мне кажется, думает совсем согласно с Вериго, когда считает, что определенный участок нерва, подвергающийся все углубляющемуся катэлектротонизированию, должен иметь предел насыщения катэлектротоническими петлями, или, что то же самое, предел добавочных возбуждающих импульсов, когда никакие более добавочные импульсы не могут увеличить альтерацию участка, — вызвать в нем колебание, нужное для отправки волны к мышце. Отсюда два важнейших момента всей концепции Введенского: чем мощнее, или чаще, импульсы, приходящие к участку катэлектротона, или чем большими порциями мы будем прибавлять катэлектротонические петли, на него действующие, тем скорее доведем мы его до предельной (перестающей давать волны) депрессии (ср. парадоксальную и тормозящую стадии эволюции парабриоза). А затем, если сама катодическая депрессия есть состояние, мгновенно загладевающее всю длину катэлектротонизируемой области, чрезвычайно чутко отзывающееся на всякую добавку или убавление лишней катэлектротонической петли или приходящей волны, со своей стороны готовое отправить волну возбуждения к мышце, как только густота электротонизирующих петель ощутительно убудет или прибудет, наконец — состояние, обратимо увязанное с нормальным состоянием возбуждения, то мы имеем в нем деятельное и реактивное состояние субстрата, своеобразное состояние стационарного и местного возбуждения. Назовем его «парабриозом». Не декрементом волны возбуждения в пространстве, но глубиной развития парабриоза во времени и результатом конфликта нормальной волны с ме-

стным парабактериальным возбуждением определяются все те загадочные картины, которые наблюдаются при развитии экспериментального блока в нервных проводниках.

На этот раз я изложил концепцию Н. Е. Введенского в ее ближайшем историческом окружении, в ее соприкосновении с ближайшей концепцией Б. Ф. Вериги и, частью даже нарочно, в терминах последнего. Может быть это сопоставление двух маститых сеченовцев поможет нам поближе, подетальнее, поглубже понять взгляды того и другого. А затем это уместно и потому, что Н. Е. Введенский, как я могу засвидетельствовать, часто думал вслух в понятиях и терминах Вериги.

VI

Когда я обращаюсь специально к нашей школе, о которой говорить мне в особенности дорого и в особенности трудно, то меня останавливает первый вопрос: существует ли еще школа Н. Е. Введенского? Нас много, учившихся у него и прошедших часть жизни в его лабораториях. Среди нас есть люди, которых он вдохновлял к работе, так или иначе серьезно участвовавшие в его работе. Есть люди, целиком ему преданные. Среди его учеников есть люди с почтенными именами в науке. Но всего этого мало для того, чтобы сказать, что у нас есть его школа. Меня ободряет скорее наблюдение над следующим за нами поколением: среди молодежи есть лица, глубоко захваченные исканиями Н. Е. Введенского, которые, я надеюсь, сумеют слиться в дружной работе, совсем независимо от того, кто из нас был их непосредственным руководителем: *x*, *y* или *z*. Живу надеждою, что будет так, что подразделения по многим неизвестным не будет, и наша молодежь после нас сольется в одну дружную работу. И этого еще было бы мало. Хотелось бы, и было бы очень полезно для нашей науки, чтобы более молодые ученики Б. Ф. Вериги, оставшиеся еще на работе, сошлись некогда с молодым поколением внуков Н. Е. Введенского, дабы продолжить дело наших прекрасных ученых сообща, при свете с той и другой сторон, которые с самого начала так органически спаяны. Приведенный здесь очерк сопоставления линий Введенского и Вериги дает, мне кажется, усмотреть их «общий путь»; и пусть бы молодежь наша пошла по этому в самом деле общему пути! А пока с уверенностью знаем мы одно: если нет дружной, спаянной и единой физиологической школы Введенского, то есть очень определенное, монолитное физиологическое мирозерцание Введенского, заявляющее проблемы почти во всякой главе физиологии, полное новых заданий не только в нервно-мышечной биофизике, но и в физиологии центрального проведения, и в биохимии процесса возбуждения, и в физиологии торможения. Экспериментальный путь Введенского живо заинтересовал у нас специалистов-методологов. И он в самом деле поучителен. В сущности это тот же путь, которым несколько позже пошли биохимики, когда им предстояло разобраться в сложном и многообразном, но в то же время организованном в определенную сторону химическом процессе (скажем в брожении). Чтобы вскрыть в этом многообразии отдельные факторы и выловить их в отдельности, чтобы увидеть затем, как и что соединяют эти факторы в норме в единый организованный поток реакций — сначала ошупью и полубезотчетно, потом намеренно и планомерно стали применять метод расстраивания цельного процесса, вырывая из него промежуточные продукты и побочные выходы, направляя его аномальными путями, дабы уяснить условия его нормального течения. Планомерно расстроить процесс нормального воз-

буждения, по возможности строго отдавая отчет в том, какие именно его факторы сейчас исключаются из работы, изучить его течение в различных состояниях, чтобы вернуться затем к понятному целому. Таков кропотливый путь многих известных натуралистов, таков путь Н. Е. Введенского: парабюз это, прежде всего, дезорганизованное возбуждение ткани, в различных степенях и направлениях своей дезорганизации, с тем чтобы по возможности детально понять организованное целое.

В недавнем прошлом мало кому приходило в голову, что для того, чтобы могло состояться возбуждение нерва или мышцы, вот этот маленький одиночный «ток действия», нужна строго урегулированная, чрезвычайно сложная и детальная организация ткани. Для мастера-техника ток действия интересен только для того, чтобы его фотографировать: а природа его, чем же она загадочна?

И еще черта, важная и интересная в методологическом направлении. Я отметил выше, при сопоставлении Н. Е. Введенского и Б. Ф. Вериги, что для первого было характерно требование не успокаиваться на эмпирическом расхождении двух сторон нервной функции (возбудимости и проводимости), но найги, как оно стало возможно и каковы конкретные условия наблюдения, при котором оно бывает. Введенскому свойственно настаивать наблюдателя в особенности на необходимости самоотчета, каковы условия наблюдения, ибо от условий наблюдения зависит часто противоположность показаний. Не что другое, как именно эта черта натолкнула Н. Е. Введенского на своеобразный способ эксперимента: проверки эффектов раздражения на одном и том же органе непременно при раздражении разной силы и разной частоты. Мы знаем, что этот именно способ привел нашего ученого к пониманию того, почему показания разных авторов на одних и тех же обстановках опыта так расходились между собою и, еще далее, к разумению тех закономерностей, по которым фактические возбуждения и проведения могут — отнюдь не расходясь между собою — прийти к конкретной обстановке, когда возбудимость и возбуждение есть, а проведение стало невозможным.

Итак: а) не ограничиваться эмпирическим констатированием загадочного феномена; б) не итти на признание его законности только на том основании, что он эмпирически бывает; в) не удовлетворяться приисканием ему наиболее логических вероятных и простых объяснений; г) не проследить, как он фактически мог стать. Вот требование!

Я полагаю, что учение о парабюзе относится к общепринятым теориям о нервном процессе, как второе и последующие приближения к действительности относятся к первому приближению к ней. Или еще: общепринятые теории говорят о том, как можно было бы упрощенно и правдоподобно думать о том, что есть, учение же о парабюзе хочет знать как оно есть. От этого получается, что школа наша часто оказывалась в положении ереси относительно общепринятых теорий (например, в признании стойких местных очагов возбуждения, в отрицании «все или ничего» и т. п.), а с другой стороны, весьма нередко то, что мы утверждали на основании окольных наблюдений, с усовершенствованием техники начинает обнаруживаться лицом к лицу, у самих наших противников (например, признание Эдрианом колебательных местных потенциалов в нервной сети, как нормального физиологического фактора). Нас иногда упрекают: отчего вы не спорите, не протестуете. А оттого, что

споры и претензии могут часто сбить и затянуть дело, возбуждая в людях нежелательные доминанты самолюбия и самоутверждения, в то время как спокойная работа приведет к тому, что есть, еще скорее.

Основное положение учения о парабюозе можно сформулировать так: качественно одни и те же раздражающие импульсы в одном и том же субстрате закладывают и подкрепляют то возбуждение, то торможение в зависимости только от ритма, с которым они падают на субстрат, и от ритма, с которым субстрат способен на них отвечать. Только что подчеркнутые выше две строки в скобках и подчеркнутое последнее положение составляют органически спаянные между собою основы работы школы.

И. М. Сеченов различал родовым образом «тормозящие влияния» головного мозга на рефлексы и «эксито-тормозящие действия» периферического раздражения. Первые становились продуктом внутренней самодеятельности нервной системы, особых «тормозящих центров», тогда как вторые определялись обыкновенными рефлексамии вследствие внешних раздражений. Н. Е. Введенский противопоставил этому учению мысль, что родового и принципиального различия между указанными факторами нервного торможения нет, ибо и «тормозящие центры» должны определяться в этом качестве какими-либо стимулами и импульсами; иначе их тормозящее действие превратится в немотивированное далее «скрытое качество» средневековых ученых (*qualitas occulta*). Этого мало: не следует думать, что существует родовое (генетическое) различие между самим процессом торможения и процессом обыкновенного возбуждения: это родовым образом один и тот же процесс нервной активности, получающий лишь различные выражения в зависимости от условий протекания. И «тормозящие центры» и «эксито-тормозящие действия» рефлекторных дуг или блуждающего нерва осуществляют свои влияния не иначе, как по мере развития в них процессов возбуждения. Значит подлинно научная проблема в каждом отдельном случае в том, чтобы уяснить, каким образом процесс возбуждения приводит к торможению, или превращается в торможение.

Можно, конечно, оставаться в положении чисто описательной работы в науке и довольствоваться приметами: такой-то нерв, или такая-то центральная область при своем раздражении дает всякий раз торможение такого-то движения и такого-то сокоотделения. Но мы отдаем отчет себе в том, что научного объяснения тут нет. Приметы очень почтенны и уместны, пока ими пользуются для ближайшей практики, но они теряют законность, как только их принимают за объяснение. Ведь только с того момента, когда возникает попытка объяснять ими текущие события, приметы наших деревенских старушек начинают заслуживать иронического отношения, до этого они вполне почтенны и уместны.

Все это относится и к таким приметам, как, например, что определенное вещество в определенной дозе, будучи прибавлено в кровь, производит остановку, скажем, мышечных судорог, или предыдущей тахикардии. Очень полезное наблюдение, однако употребляемое не по назначению, когда из него будет выведено, что если наблюдается торможение судорог и тахикардии, то тут всегда замешано вещество X; или еще хуже, если дойдет до обобщения, что торможение вообще есть продукт вещества X.

Подобные «субстанциальные» объяснения торможения и «субстанциальные» противопоставления его возбуждению наша школа признает фиктивными и вредными, поскольку ими раньше времени удовлетво-

руется мысль. В каждом отдельном случае предстоит задача объяснить, как процесс возбуждения превращается в процесс торможения от присутствия вещества X , K или L или других условий.

. Школа наша располагает фактами в пользу того, что возбуждение может переходить в торможение под влиянием таких же факторов, которые его стимулируют и подкрепляют в других условиях. При этом с того момента, когда нервная стимуляция приводит уже к торможению, это последнее подкрепляется стимулами принципиально совершенно так же, как до сих пор подкреплялось ими возбуждение. Возможно получить суммацию и суммирование торможения так же, как получается суммация и суммирование возбуждения. И школа наша задается вопросом, не полезно ли в каждом отдельном случае получающегося торможения проследить процесс его превращения из возбуждения с точки зрения этих зависимостей.

Вполне возможно, что конкретных правил превращения возбуждения в торможение чрезвычайно много, и известная нам последовательность его фаз (трансформирующая \rightarrow парадоксальная — тормозящая) имеет свое законное место именно для той обстановки и того субстрата, на котором мы привыкли ее изучать. Ведь уже для стрихнинных рефлексов лягушки Введенский различал не менее пяти последовательных фаз. Методологически правильно было бы для каждого отдельного пути и каждой отдельной обстановки проведения проследить экспериментально и в отдельности закон перехода из возбуждения в торможение. Общее между всеми случаями будет в том, что торможение есть продукт конфликта возбуждений (в одном случае одно возбуждение догоняет другое, как это бывает в классической обстановке Введенского; в другом случае два возбуждения встречаются на одном и том же пути, как в обстановке Эрнста Фишера и Бете, Мура и Ветихина; в третьем случае одно и другое возбуждения сталкиваются, поскольку иннервируют один и тот же общий путь, как это является общим местом в «воронке Шеррингтона» и т. д. и т. д. В каждой отдельной конкретной обстановке такого столкновения возбуждений законы перехода от подкрепления к торможению должны быть изучены особо).

В свое время в нашей школе сыграло роль сближение некоторых ее работников со школою Шеррингтона. Мысль, проходящая красной нитью в речах Шеррингтона о торможении, заключается в том, что торможение рефлекса или центра получается, как правило, при возбуждении другого рефлекса или центра. Может показаться, как и казалось нам, что это недалеко от мысли, которою живет наша школа, — что торможение есть всегда следствие воздействия на области возбуждения другого, дополнительного возбуждения. В направлении взаимной критики этих двух положений велись работы. При сходстве приведенных формул нетрудно усмотреть и существенное различие. В то время как для общего учения о парабозе всякое дополнительное возбуждение, вносимое в области наличного возбуждения, способно его и подкреплять (будучи редко и слабо) и тормозить (став частым и сильным), для Шеррингтона возбуждение определенного дополнительного центра действует на область текущего возбуждения подкрепляюще, тогда как возбуждение другого дополнительного центра будет действовать на нее тормозяще. Правда, у Шеррингтона давался как бы и ключ, или дорожка, к тому, чтобы войти в эти зависимости с точки зрения парабозы, т. е. со стороны динамики возбуждения: при некоторых условиях влияния дополнительных центров оказываются переменными и как

бы «извращаются». Во всяком случае, зависимости в центрах всегда гораздо сложнее, чем думается экспериментатору, и, вместе с тем, для множества более шаблонных реакций они менее разнообразны и текучи, чем мы склонны были ожидать вначале: историческая выработка фиксирует некоторые простые связи между центрами весьма устойчиво, так что в пределах «физиологических реакций», вне экстренных и чрезмерных раздражений, межцентральные связи спинальных приборов остаются почти постоянными. Подчас, только заведомо выходя из пределов «физиологических» раздражений, можно убедиться, что проводящая машина построена из таких же элементов, для которых была найдена динамика парабиотических зависимостей. Становилось ясно, что втискивать тезисы о парабиозе, выработанные для периферических путей, в качестве исключительных законов для функциональных связей между центрами, это значило погрешать против самих принципов школы, приведших в свое время к данным о парабиозе. Приходилось с теми же принципами искать новых ариадниных нитей, чтобы войти не запутавшись в подвижный лабиринт межцентральной динамики. Я думаю, что наиболее существенное, добытое у нас в последние годы перед революцией, — это открытие, что установка центров на дефекацию или на глотание создает длительные тормозящие влияния на локомоторный прибор, причем импульсы локомоторного назначения, не стимулируя локомоции, которая заторможена, действуют теперь в подкрепление текущей дефекационной или глотательной установки (моя работа); и затем открытие И. С. Беритовым того замечательного факта, что при ресипрочном торможении спинального рефлекса другим анэргетическим рефлексом происходит закономерное вырывание отдельных токов действия, или групп токов действия, из электрограммы первого рефлекса в ритм импульсов второго рефлекса. Затишные для университета годы 1919—1922 дали мне возможность понять и разработать принцип доминанты. Еще в 1923 г., когда я решился его доложить в Обществе естествоиспытателей, он казался мне оппозиционным против учения о парабиозе. В действительности он был оппозиционен против догматического применения учения о парабиозе, будучи сам целиком детищем учения о парабиозе. Им дается конкретное развитие идеи Н. Е. Введенского о «диффузной волне возбуждения» в нервных центрах, которая лишь вторично, в зависимости от лабильности центров, вовлекающихся ею в область возбуждения, приводит к координированному и направленному рабочему эффекту. Координация достигается не вмешательством какого-то родовым образом нового фактора торможения, субстанционально самобытного по отношению к состоянию возбуждения, но самим же возбуждением по мере вовлечения в сферу реакции все новых центральных приборов с различной лабильностью, значит с различными частотами развиваемых ими ритмов возбуждения и с перекрещивающимися взаимными влияниями их друг на друга. Мы помним, что возбуждение и торможение не противоположные процессы, но родовым образом одним и тот же процесс с противоположным конечным эффектом в зависимости от условий своего осуществления. Основное и определяющее условие для эффекта дается степенью лабильности действующего эффектора в наличный момент времени. «В наличный момент времени» приходится оговорить потому, что лабильность не есть какая-нибудь физически неизменная величина — это некоторый, то более или менее тупой, то более острый оптимум ритма, на который отзывается данный центральный резонатор в своем возбуждении. Лабильность в известных пределах изменчива на ходу самой реакции. Мы счи-

таем предрассудком распространенное мнение, что «Eigenrythmus» есть неизменная характеристика ткани, обусловленная тем минимумом потенциала, который задан для ее работы и который возобновляется с постоянной скоростью.

Одна из наиболее существенных для нашей школы теорем заключается в положении, что лабильность ткани есть величина изменчивая и притом на ходу реакции, т. е. под влиянием проходящих импульсов. Покамест не принята эта теорема, до тех пор не усвоено учение Введенского. Сейчас мы можем сказать с определенностью, что лабильность, под действием импульсов, может как опускаться, так и подниматься — оттого и приходится говорить о некотором, то более тупом, то более остром оптимуме около среднего уровня лабильности ткани или центра. Когда лабильность под действием импульсов поднимается, перед нами усвоение ритма. Предрассудком было бы думать, что импульсы и работа ткани только истощают химические потенциалы ткани и центра. Они могут сплошь и рядом стимулировать обмен веществ и, как видно было выше, даже способствовать питанию потенциалов в ткани; а если стимулированный обмен веществ ускоряет перезарядку ткани и возвращение ее в готовность к работе, то как раз тот момент, когда поднимающаяся рабочая ритмика ткани начнет совпадать во времени с ритмичною отправлением импульсов из станции стимулирующей, мы и будем иметь наилучшие условия для изохронного возбуждения и подкрепления возбуждений между центрами в порядке резонанса. Резонанс может устанавливаться на ходу реакции, лабильность эффектора может приспособливаться к лабильности станции, импульсы отправляющей. Понятно огромное значение при этом гуморального фактора, если он будет со своей стороны поднимать обмен и лабильность действующего центра.

Сейчас мы знаем, что в самом классическом парабиозе изменение лабильности идет в две фазы: сначала имеет место подъем лабильности с тем, чтобы затем некоторым кризисом она перешла к упадку.

Эта двуфазная реакция со стороны лабильности могла бы быть предсказана заранее из сопоставления парабиотического участка с участком катэлектротона Вериги, где, как помним, имеет место типический кризис от вспышки возбуждения и повышения возбудимости (экзальтации) к катодической депрессии.

Любопытно отметить, что Като и Хайяши, пользуясь совсем другими приемами наблюдений, и независимо от каких-либо ожиданий аргюи обнаружили, при последовательном развитии альтерации в наркотизируемом участке нерва, критический момент изменения рефрактерных фаз. А. Н. Магницкий, Н. В. Голиков и В. Л. Меркулов видели выразительное сокращение хронаксии участка вначале и удлинение ее впоследствии.

Всякий раз, когда развивается парабиотическое состояние, или катэлектротон, имеет место и более или менее выраженное двуфазное изменение лабильности.

В нервных центрах, как можно было предположить, лабильность может подниматься на ходу реакции в особенности тогда, когда реакция вызывает дополнительные импульсы, возвратно действующие на работающий центр. Д. Г. Квасов показал, что проприоцептивные импульсы, возникающие вторично при рефлексе, поднимают в самом деле лабильность центра с тем, впрочем, чтобы впоследствии способствовать ее паде-

нию. Некоторая степень сопротивления, встречаемого рефлекторно-сокращающейся мышцею, служит подбодрению и увеличению ее работоспособности через посредство «Eigenreflex-ов» с тем, чтобы с увеличением сопротивлений (например, с перегрузкою) эта рефлекторная экзальтация сменилась угнетением. Однако первые начатки тех изменений в реакции, которые поведут позднее к настоящему угнетению, служат еще в пользу текущей реакции, ибо, с убыванием лабильности на действующем пути, создаются более благоприятные условия для суммирования возбуждений в нем. Доминантный процесс может быть вызван именно сопротивлением начавшейся рефлекторной деятельности через возвратное влияние проприоцепторов, раскачивающих своими импульсами лабильность действующей центральной группы, которая потом начнет переходить к снижению лабильности, благоприятной для суммирования возбуждений. Первый, кто обратил внимание, что начало именно доминантного процесса сопровождается усвоением ритма и повышением лабильности, был Н. В. Голиков, тогда как я, со своей стороны, усматривал там лишь благоприятные моменты для слияния и суммирования возбуждений. На самом деле сложный комплекс возбуждений в центральной группе, устанавливающийся при доминанте с ее инерцией и наклоном к самоподкреплению (с одной стороны) и с ее повышенной впечатлительностью к случайным и посторонним импульсам (с другой стороны), наконец, со слиянием и суммированием эффектов, прежде чем они перейдут к угнетению — все это, по частям и в отдельные моменты, опирается на поднятие лабильности и усвоение ритма в центрах, вовлекающихся в работу, и на последующую склонность их к слиянию и суммированию возбуждений с одновременными сопряженными торможениями. Доминанта, в особенности в пределах высшей нервной деятельности, — процесс, подготавливающийся и накапливающийся продолжительной подготовкою, подчас мучительный и для своего носителя, и разрешающийся, по неожиданному для носителя поводам, вспышками выношенной годами деятельности.

Напряженная масса нервной активности сама по себе как будто хаотическая и однако таящая совершенно определенную направленность последующих реакций; чтобы вполне конкретно понять ее в каждом отдельном случае, надо знать давнюю историю, которую несет человек за своими плечами. Физиолог и патолог застает здесь обыкновенно лишь вырезанный из целого последний момент, когда назревшее в прошлом вырывается (разрешается) в виде ряда реакций.

До сих пор в лабораторном анализе наблюдаются без сомнения лишь элементарные доминанты, где можно уследить без труда факторы, их образующие.

К сказанному выше положению, что входящий в работу нервный прибор переживает фазу повышающейся лабильности, отмечу недавнее открытие Бронка: в самом периферическом рецепторе вступление в работу влечет сокращение рефрактерной фазы приблизительно в четыре раза с тем, чтобы далее это сокращение перешло в прогрессирующее удлинение рефрактерной фазы.

Чтобы закончить речь по вопросу об усвоении ритма, отмечу замечательную работу П. О. Макарова (1932 г.) — «Избирательное проведение оптимального ритма возбуждений в нервной ткани». Автор указывает, что участок парабюза, развившегося уже глубоко, способен еще подчиниться определенному ритму последовательных импульсов, чтобы на некоторое время еще проводить его, т. е. «растормозиться» избирательно именно для него и им. На ходу реакции, и по поводу входящих

импульсов, лабильность отвечающей станции может быть поднята, и мы получаем перед собою резонатор, установленный на избирательно-определенный ритм работы. Вот подобные картины поднятия лабильности в участке парабриоза при некоторых условиях давали некоторым повод утверждать, что это — явления, ничего общего с парабриозом не имеющие, а условия, их создающие, должны быть выделены в особый класс веществ и факторов «антипарабиотического» действия. Так что если такие «антипарабиотические» агенты в свою очередь начинают тормозить, то это будет уже «антипарабиотическое» торможение. Вместо ненужных споров на эту тему следует указать, как это и делает П. О. Макаров, что сама природа весьма наглядно заявляет, что в самом ходе развития парабиотического состояния и под влиянием все тех же самых условий и факторов, которые классический парабриоз создает, в определенные моменты получается подъем лабильности, резонанс на текущие импульсы, возобновление проведения. Факторами, способными поднять лабильность и «растормозить» парабиотический блок, являются те же самые, что в несколько иных условиях создают этот блок. Это так прекрасно видно и на нервно-мышечном препарате теплокровного, когда, в условиях кровообращения, мы видим там устойчивый двойной и даже тройной оптимум на шкале частоты раздражения, и только в зависимости от частоты и силы раздражения.

Мне известно, что такие же картины, как у Макарова, получены И. А. Аршавским: в известной фазе развития парабиотического участка отдельная волна через него еще проходит, тогда как тетанический ряд уже ведет к торможению (парадоксальная стадия); в другой фазе его же отдельная волна остается без проведения, тогда как тетанический ряд уже достигает проведения (усвоение ритма); и в этом последнем случае замечательно в особенности то, что вслед за тем, как тетанический ряд достигнет проведения, уже и отдельная волна, только что перед тем непроизводящаяся, проводится через участок.

Итак, вывод тут может быть один: нужно углублять и дифференцировать изучение парабриоза, делать его все более свободным от схем и от формальных построений, а не осложнять и без того трудного дела абстрактной схематикой. Я бы сделал П. О. Макарову лишь одно возражение: незачем называть момент подъема лабильности стадией «проторения путей», т. е. экснеровским термином, ведущим мысль в круг совсем других понятий и явлений. В наших случаях дело идет определенно о подкреплении и эффектах там на станции назначения, о превращении их в отдельные волны; покойный Введенский, нашедший подобные явления впервые еще в 1881 г., недаром никогда не сближал их с «Bahnung», но если уже есть нужда непременно в иностранных терминах, предпочитал говорить о «корроборации», т. е. о поддержке, подкреплении на месте. Если для других это кажется излишней тонкостью и представляется безразличным свалить все в кучу, под именем Bahnung, то нам надо быть здесь осторожными. Со своей стороны я стараюсь подчеркнуть в особенности, что дело идет о навязывании и ткани некоторого нового ритма работы, в особенности несколько более высокого ритма, чем бывший в ней до сих пор. И пойдет ли дело здесь о настраивании сердечных желудочков на ритм узла Кис-Флакка, или о настраивании неуклюжей походки человека на учебный шаг, или о настраивании парабиотического участка и нервного центра на ритм раздражителя, — вполне адекватно назвать это по-русски «усвоением ритма», т. е. превращением до сих пор чужого ритма в свой ритм. И еще я хочу подчеркнуть своим термином, что дело здесь

идет не о физическом протаптывании тропы, или о преодолении сопротивлений, а о регуляции всей системы на месте работы, с ее метаболизмом на более высокий уровень.

Специальное значение фактора лабильности в проведении очень выразительно подчеркивается следующим опытом. В бескислородной среде, как известно, нерв задыхается и перестает проводить. М. П. Березина и Е. И. Гусева показали, что это задыхание ведет к развитию в обескислороженном участке типического парабיוза со всеми его фазами. И вот, оказывается, что подведение слабого раствора стрихнина или адреналина (в свою очередь строго обескислороженных и все в той же бескислородной среде) к задохшемуся участку быстро ведет к восстановлению в нем проводимости с развитием типичных стадий разрешающегося парабюза. Стрихнин и адреналин в очень слабых растворах — факторы, поднимающие лабильность и сокращающие хронаксию в нерве. Их действия, самого по себе, оказывается достаточно, чтобы даже в задохшемся нерве возобновить на некоторое время проведение. Надо в этом опыте Березиной и Гусевой оценить в особенности следующее обстоятельство: ведь восстановление от парабюза связывается с прогрессирующим сокращением рефрактерной фазы нерва; на наших глазах рефрактерная фаза нерва вступает на путь сокращения при заведомом отсутствии кислорода! Если бы даже было подозрение, что ткань использует здесь остатки растворенного в ней кислорода, то и тогда выходит, что в предыдущий момент рефрактерная фаза так удлинилась, и проведение прекратилось не от того, что исчерпался молекулярный кислород, но от другого механизма, который, едва стимулированный стрихнином или адреналином, при прежних условиях кислородного голодания, ставит нерв на путь сокращения рефрактерных фаз. Итак, рефрактерная фаза нерва во всяком случае не непосредственно зависит от окислительных реакций и даже для сокращения своего в них непосредственно не нуждается. Возобновление готовности нерва реагировать на вновь падающий импульс — после только что подействовавшего предыдущего — зависит, в первую голову, не от скорости дыхательных респираторных тканей. Эти процессы совсем разного порядка величины во времени; хотя они тесно связаны между собою в нормальной ткани, но экспериментально их можно разобщить. Все это говорит о том, что нельзя смотреть на дело так чрезмерно упрощенно, как это делали поклонники принципа «All or none», будто рабочий потенциал ткани задан в ней минимально, в каждом своем возбуждении ткань реагирует всем своим потенциалом, а рефрактерная фаза зависит всецело от скорости аэробной респирации только что истраченного потенциала. Это кажется «убедительным» по тому, что это просто, но не потому, что это правда.

Мы не знаем, одинаково ли стрихнин и адреналин приступают своими влияниями к метаболизму нерва, с одних ли и тех же реакций в нем начинают они свое действие. Возможно, что в результате различных первичных воздействий с их стороны стимулируется один и тот же энзимный процесс в субстрате. Но, во всяком случае, в окончательном результате подъема лабильности нерва играют роль факторов сами посылаемые по нерву импульсы. Если дело идет сначала о подъеме энзимной мобилизации потенциалов нерва, то темпование этого химизма создается приходящими импульсами. Как в подъеме лабильности, так и в угнетении ее приходящие импульсы возбуждения играют роль прямых участников и факторов, но не простых свидетелей (индикаторов) совершающегося.

М. И. Виноградов в 1917 г. открыл, что парабиоз растормаживается анэлектротонном. Б. Ф. Вериго в 1920 г. доложил в Ленинграде о том, что участок катодической депрессии вполне тормозит уже проходящие к нему волны со стороны катода в то время, как он еще пропускает через себя волны, проходящие со стороны анода. В. С. Русинов рассуждал таким образом: если в парабиотическом участке творится принципиально то же самое, что и при катодической депрессии, то к каждому случаю парабиоза применима попытка растормозить его, если рядом образован участок анэлектротона; ибо ведь это и будет применением к любому виду парабиоза (как катодного процесса) рецепта Вериго. Отсюда, из сопоставления данных Виноградова и Вериго, возникало подозрение, что анэлектротон растормаживает парабиоз не обязательно при том условии, когда он прилагается в самый участок парабиоза, но собственно тогда, когда он приложен к одному из краев (флангов) его, и в этом положении он будет растормаживать участок именно для тех волн, которые входят в участок со стороны анэлектротона, но он не будет еще растормаживать участок для волн обратного направления. Работа Русинова показала, что это так в действительности. Аналогирование парабиотического участка с областью катодной депрессии еще раз себя оправдало. Но тогда открывается еще замечательная перспектива. Ведь растормаживание парабиоза при условии, что последний развит глубоко, достигается в особенности повышением лабильности участка такими факторами, как адреналин, стрихнин и т. п. По смыслу дела проведение возобновляется постольку, поскольку участок возобновил способность воспроизводить отдельные волны, которые мы в него посылаем. Итак, естественно ожидание, что и анэлектротон дает проходящим волнам вход в участок парабиоза постольку, поскольку содействует лабилизации участка на месте своего действия. И далее: достаточно лабилизировать головку участка, чтобы проходящие волны лабилизировали затем его весь и прошли через него.

Совсем так же, как не адреналин в отдельности и не стрихнин в отдельности, но «адреналин + импульсы» и «стрихнин + импульсы» создают усвоенные ритма, и в данном случае — не анэлектротон, как таковой, но «анэлектротон + импульсы» возвращает участок к способности проведения. Я думаю, что отдельное активное значение импульсов здесь особенно ясно потому, что ведь электротон-то приложен только к головке.

Здесь да будет позволено еще раз задержаться на минуту на пресловутом физиологическом «антагонизме» некоторых физических и химических факторов. Чего более «антагонистического», чем анод и катод? Недаром им и их действию уподобляли физиологическое значение ионов и гуморальных раздражителей, когда хотели подчеркнуть противоположность физиологических эффектов, от них получаемых! Учение о парабиозе говорит нам, что противоположность эффекта зависит не от специфичности морфия давать снотворное действие, а веселящего газа — давать экзальтацию, но от всей обстановки действия этих «антагонистов» на физиологический субстрат. И тем замечательнее, что пресловутый анэлектротон, ему же подобало иметь исключительно угнетающее действие (раз он антагонист возбуждающему катэлектротону), при определенных обстановках возвращает возбудимость субстрату, утратившему ее вследствие катэлектротона. Перед нами наглядная обстановка, которую можно вкратце характеризовать так: «катэлектротон родит возбуждение, но роняет возбудимость, тогда как анэлектротон возвращает возбудимость, но сам по себе не способен родить возбуждение».

В соответствии этому в последнее время прежние защитники учения о физиологическом антагонизме солевых растворов перестраивают свои формулы. Теперь утверждается, что все те солевые растворы, которые электрически негативируют, вместе с тем угнетают возбудимость, тогда как солевые растворы, которые позитивируют или оставляют субстрат нейтральным, возвращают возбудимость, сами по себе не будучи способными родить возбуждение (Гебер, 1926). Это уже гораздо конкретнее, гораздо ближе к действительности и, как видим, ближе к пониманию теории парабиоза. Мы можем сказать и еще более конкретно: анэлектротон и факторы, вызывающие аналогичную ему физиологическую реакцию, содействуют ткани в воспроизведении высоких ритмов возбуждения без трансформации, соответственно ритмам действующих импульсов.

Открывается новое поле для анализа парабиотического состояния со стороны феномена Веригго. Ведь ясно, что феномен Веригго отличается от обстановки, в которой пока работал Русинов, тем, что анэлектротон и катэлектротон были у Веригго в определенном и закономерном соотношении между собою, будучи поддерживаемы одной и той же гальванической цепью. В картинах Русинова «катэлектротон» парабиотического участка, создаваемого солями, наркотиками, теплом и холодом и т. д., развивался сам по себе, анэлектротон от посторонней цепи не был с ним связан никакою зависимостью. И вот здесь-то напрашивается проведение строгой сравнительно-аналитической кампании по ближайшему изучению аналогии феномена Веригго с растормаживанием по Русинову. Пока мы знаем здесь лишь элементы вроде того, что анод одной и той же цепи, при одной и той же глубине депрессии, должен быть вдвинут в растормаживаемый участок, от его головки внутрь, тем глубже, чем длиннее участок. Затем знаем еще, что и такие факторы растормаживания, как адреналин и стрихнин, действуют наилучшим образом именно с головки парабиотического участка, т. е. при приложении к тому концу, например, задушенного участка нерва, на который в первую голову набегаёт проводимый нервный импульс. Это так в обстановке опыта Березиной и Гусевой. Все это ждет пристального изучения.

Весьма интересно, что, как показал Е. К. Жуков, парабиоз седалищного нерва лягушки получается при сдвигах среды как в кислую, так и в основную сторону, оставаясь вполне обратимым в широких пределах от рН-2 до рН-11,8.

М. В. Кирзон перенес изучение парабиоза на вегетативный проводник, именно на симпатикус лягушки, с тем чтобы по своеобразию парабиотического состояния здесь судить об особенностях нормального возбуждения в этих путях. Своеобразные черты парабиоза на симпатикусе заставляют характеризовать последний как систему значительно менее лабильную, чем мякотный нерв. Тем удивительнее, что индукционные токи с частотой 100 в секунду продолжают еще давать удовлетворительные эффекты. Как кажется, мы имеем здесь нечто похожее на то, что И. Л. Кан видел на нерве краба: способность проводника устанавливаться с малою лабильностью на низкий ритм импульсов и с лабильностью, приподнятою самими действующими импульсами, подготовленную на более высокие ритмы импульсов.

И. А. Аршавский изучал парабиоз на симпатикусе теплокровного (кошки), на путях к третьему веку. При раздражении преганглионарных участков реакции получаются в пределах широкой шкалы частоты, правда, с «пробелами», но еще при частоте 100 получаются хорошие эффекты. В постганглионарном участке частота 100 вызывает

пессимум независимо от силы раздражения. Автор приходит к той мысли, что ганглий играет здесь роль охранителя от пессимума, а нейроны постганглионарного участка — физиологические эквиваленты концевой пластинки двигательного нерва.

Конечно, для учения о торможении, с точки зрения парабиоза, пребывает задачей первостепенного значения истолковать классический случай торможения *вагуса* на сердце. Е. А. Скрыбина нашла замечательный факт: те влияния, которые понижают пороги для вагусного эффекта на сердце, понижают одновременно пороги и для симпатического эффекта. Тот же параллелизм имеется и для повышения порогов. Дело идет, видимо, о прочно скоординированной паре путей. В том же самом 1928 г. в Москве аналогичный эффект найден А. А. Зубковым на теплокровном в лаборатории проф. М. Н. Шатерникова. И. А. Аршавский увязывает с этой скоординированностью сердечных нервов невозможность длительной остановки сердца с вагуса. Дело не в «утомлении» концевой аппаратуры, а в компенсационном выравнивании вагусного эффекта симпатическим. И, вместе с тем, дело не в «антагонистическом», а именно в компенсационном значении симпатикуса. Исключение *симпатикуса* при параличе его окончаний эрготамином открывает возможность поддерживать остановку с вагуса в течение 20 мин. и больше, тогда как в норме остановка длится до 30 сек. и, чрезвычайная редкость, 2—3 мин.

Когда Н. Е. Введенский характеризовал парабиоз как возбуждение стойкое и «неколеблющееся», он имел в виду в отдельности парабиотический участок, всеми своими точками одновременно испытывающий на себе воздействие катэлектротонических петель, или наркотика, или тепла, или механического давления и т. п. Но он не хотел сказать, что это местное неколебательное состояние возбуждения и не может быть приведено в колебание со стороны. Приходящие сюда волны возбуждений из соседних участков нерва (или добавочные петли катэлектротона у Вериго) производят здесь колебания, а в меру своей способности произвести здесь колебание произведшие их волны проводятся далее (как и произведшие их добавочные петли катэлектротона могут родить отсюда новую волну возбуждения). Когда парабиоз и состояние катэлектротона глубоки, добавочные стимулы (и катэлектротонические петли) производят в участке столь слабые колебания, что родить волны в дальнейшем нерве они не в силах, и тогда мы будем иметь в парабиотическом участке «ток действия без действия», который наблюдал И. А. Аршавский; это явление по смыслу вещей должно иметь место при парабиозе, и, если по поводу его вспоминаются горячие протесты Введенского, то они направлялись только против того одиозного смысла, который собирался придать Герцен этому явлению.

Сейчас я остановлюсь на парабиозе, как на состоянии именно стойком и неколебательном. Мы видели логику, приведшую Введенского к характеристике этого состояния, как возбуждения. Если это возбуждение — деятельное состояние, то оно должно заявлять так или иначе свою деятельность в прочем субстрате. Оно и заявляет свою деятельность, полагал Введенский, во-первых, тем, что уже малейшая добавка катэлектротона может побудить участок отправить волну возбуждения, затем ближайшие области участка обнаруживают явно повышенную возбудимость. Перед самым концом Н. Е. Введенский в сотрудничестве с И. А. Ветюковым открыл, что, будучи сам стационарным, парабиотический участок развывает также стационарные влияния на ткань вдали от себя, и это не только тогда, когда он вызван

местным воздействием электрического тока, но и тогда, когда он вызван солями, охлаждением, согреванием, наркотиком и т. п. Этот «пери-электротон» — нормальный спутник местного развития парабиоза и он эволюционирует и изменяется по длине нерва в прямой зависимости от углубления и эволюции узкоместного парабиоза. Мы испробовали обследовать нерв в этом состоянии в прижизненной окраске нейтральротом, вызывая парабиоз местным согреванием или охлаждением (О. И. Романенко, Е. К. Жуков). Обнаружилось, что окраска самого парабиотического участка сначала сдвигается в желтые тона, постепенно занимающие весь участок и выступающие за его края; затем, примерно из середины альтерируемого участка, начинаются красные оттенки; вполне развитой парабиотический участок, как и поперечный срез нерва, характеризуется более или менее ярко выраженными красными и малиново-красными тонами в сфере самой альтерации, и так же яркими желтыми тонами ближайших припарабиотических областей. Кроме того, по длине прочего нерва, в особенности на стороне более ярких окрасок парабиотической и припарабиотической области, наблюдаются широкие полосы с желтыми оттенками, перемежающиеся с полосами нормальной окраски покойного нерва. Поперечный срез, сам делаясь красно-малиновым, вызывает вдоль по нерву еще более выраженные полосы желтых оттенков, иногда переходящих даже в красные оттенки. Все это говорит о своеобразной перемежаемости в альтерируемом нерве участков усиленного дыхания с участками накопления кислых продуктов, причем полосы усиленного дыхания устанавливаются по поводу парабиотического очага и вдали от него, так что нерв реагирует на парабиоз отнюдь не исключительно местными эффектами, но всем своим протяжением. Наблюдая в частности область поперечного среза, по всем видимостям волнующую нерв еще в значительно большей степени, чем это делается обыкновенным парабиотическим участком, Романенко пришла к впечатлению: это «все время усиленно компенсирующийся и никогда не достигающий компенсации, роковым образом необратимый процесс» (1930). В то же время в *Proceedings Roy. Soc. B.* vol. 106, 596 Эдриан писал: «мы можем уподобить деполяризованную нервную клетку и ее аксон нервному волокну, альтерированному и непрерывно деполяризуемому на одном конце. В некоторых волокнах было найдено, что место альтерации может действовать как постоянный источник стимуляции (*persistent stimulus*) относительно соседних областей. При этом могут наступать и ритмические разряды». И еще через год тот же Эдриан в статье с Бьютендайком (*Journ. of physiology*, Vol. II, p. 121, 1931) трактует центр вообще, и дыхательный центр в частности, как область все время разрушающейся поляризованности, которая все время частично возобновляется и никогда не достигает равновесия, разрушаясь вновь и вновь, поскольку поддержание постоянной поляризации требует постоянной доставки кислорода.

Вот в процессе этого постоянного нарастания и все нового и нового падения электрической поляризации в парабиотическом участке и в ганглиозной клетке рождаются, во-первых, ритмические волны токов действия в проводниках и, во-вторых, как только что мы видели, стационарные очень медленно колеблющиеся, почти стоячие периелектротонические влияния вдоль по проводникам.

С того момента, как главные защитники принципа «all or none» ученые кэмбриджской физиологической школы признали наличие гладко-неколебательных потенциалов (*smoothly developed potentials*) в ганглиоз-

ных клетках, оказались склонными приписать ее стационарной деполяризации и установке электроотрицательной области в нервных клетках по отношению к их аксонам, встали на путь экспериментального сближения этих потенциалов с потенциалами поперечного среза и участков альтерации и, наконец, последовательно заговорили о постепенном развитии некоторого состояния возбуждения в центрах (*gradual development of an excitatory state*) — давнее дело нашей ленинградской университетской физиологической школы, очевидно, накануне признания в физиологических Афинах. Нет сомнения, что уважаемая публика, благоразумно опасаящаяся принять учение о парабозе и склонная его замалчивать, признает его незамедлительно, как только оно будет преподнесено другими словами и в другой редакции из Афин. Так давно повелось в Фивах и возражать против этого порядка нечего.

VII

Тот момент в парабозе, когда качественно одни и те же раздражающие импульсы в одном и том же субстрате закладывают и подкрепляют то возбуждение, то торможение в зависимости от ритма, с которым они падают на субстрат, и от ритма, с которым субстрат способен на них отвечать, привел для центров к утверждению принципа доминанты (1923). Принцип этот, заинтересовав одних, вызывает неудовольствие других, и об этом надо сказать несколько слов. Сказать так, что «доминанта это очень просто: это когда мальчик, удерживавшийся от чихания, сразу чихнет, если его испугать» (так излагали принцип доминанты докладчики) — это значит отнестись к вопросу весело, но не вполне серьезно. Все равно, как если бы на вопрос, что такое принцип тяготения, мы ответили бы: «это когда созревшее яблоко падает с дерева». Доминанта есть не теория и даже не гипотеза, но предположимый из опыта принцип очень широкого применения, эмпирический закон, вроде закона тяготения, который, может быть, сам по себе и не интересен, но который достаточно назойлив, чтобы было возможно с ним не считаться. Я считаю ее за «принцип» работы центров не потому, что она кажется мне как-нибудь очень рациональной, но потому, что она представляется очень постоянно чертою деятельности центров. В действительности доминанта может становиться и совсем нерациональною чертою работы центров, а только очень устойчивою чертою их работы. Во всяком случае доминанта — один из скрытых факторов нашей нервной деятельности и притом не невинный, как может показаться сначала. Это инструмент двоякого действия, ибо он ведет к некоторой, как бы неизбежной односторонности в работе центров, а также к самоподкреплению текущей реакции; а эти черты могут вести и к хорошему и худому. Можно было бы сказать, что благодаря всегдашнему присутствию доминантной установки в деятельности нервной системы, последняя (и именно пока она деятельна) всегда влечет некоторую «субъективность» своего носителя относительно ближайшей среды, ибо не дает ему заметить в этой среде того, что он заметил бы при другой установке. Но именно благодаря такой однородности и как бы «субъективности» относительно ближайшей среды, субъект может быть прогрессивен на взятом пути и видеть лучше вдаль, чем тот, кто более «объективен» в своей ближайшей среде. Доминанта более высокого порядка — это то, что психологи называли (несколько односторонне) «бессознательным ростом чувств». Вместе с тем она — вылавливание из окружающего мира по преимуществу только того, что ее подтверждает (односторонняя рецепция). А это уже само по себе и переделка действительности.

«Всякий поступает во всем сообразно со своим аффектом, а кто волнуется противоположными аффектами, тот сам не знает, чего он хочет; кто же не подвержен никакому аффекту, того малейшая побудительная причина влечет куда угодно».¹

Доминанта — это господствующая направленность рефлекторного поведения субъекта в ближайшей его среде. В порядке самонаблюдения мы можем заметить, каждый на себе, что когда эта господствующая направленность есть, обостряется чисто звериная чуткость и наблюдательность в одну сторону, и как бы невосприимчивость к другим сторонам той же среды. В этом смысле доминанта — не только физиологическая предпосылка поведения, но и физиологическая предпосылка наблюдения.

Что касается теоретического освещения природы доминанты, я полагаю, что в тот час, когда нам станет до конца ясно происхождение и подлинная природа парабютических явлений в нервных элементах, нам станет заодно понятна и природа доминанты. Когда узнаем до деталей правила взаимодействия стойких местных очагов возбуждения с бегущими по проводникам волнами, ближайшие законы межцентрального совозбуждения и образования резонаторов в центральных областях, где их пока не было, овладеем и доминантами.

Прошу обратить внимание, что я имел случай заявить в печати, что не пытаюсь объяснить доминантою происхождение условных рефлексов,² но говорю с уверенностью лишь то, что доминанта есть принцип работы центров, которому подчиняются одинаково и условные рефлексы, и ассоциации психологов, и интегральные образы, в которых воспринимается среда, но также и рефлексы мозгового ствола и спинного мозга. Что принципу доминанты подчинены спинальные и, вообще, ствольные рефлексы, об этом писано много и мною, и моими сотрудниками; что тому же принципу доминанты подчинена высшая нервная деятельность, это совершенно явствует из обыденного наблюдения, что в ответ на один и тот же сложный раздражитель (например, научный доклад) оппоненты, прежде чем разберутся, разряжаются сначала каждый своим, что в нем накопилось, так что реплика определяется сплошь и рядом не столько тем, что выслушано, и не ближайшим содержанием выслушанного, а давними событиями.

Человек является настоящею жертвою своих доминант везде, где отдается предубеждению, предвзятости; и еще хуже, когда он сам этого не замечает. Чтобы не быть жертвою доминанты, надо быть ее командиром. По возможности полная подотчетность своих доминант и стратегическое умение управлять ими — вот практически, что нужно. Предопределено давнею историею человека, а сейчас совершается по ничтожному поводу — одна из трагических тем Ф. М. Достоевского.

Вот по этим «отрыжкам» скрывающихся двигателей поведения узнавать заранее зачатки своих мотивов, чтобы во-время противопоставить им более важное, занять пути другою доминантою, — таков рецепт. Доминанта есть ли непременно корковое явление? Для меня несомненно, что она может закладываться еще в мозговом стволе, но коре приходится тотчас с нею считаться, поскольку кора для каждого мгновения есть орган сопоставления того, что требует сейчас внешняя среда, с тем, что делается во внутреннем хозяйстве тела.

Всякий раз, как мы имеем перед собою доминанту, констатируется ищущая своего разрешения рефлекторная установка, которая — впрямь

¹ Спиноза, Этика, ч. III, теорема 2, доказательство.

² Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы, II, 12, 1926.

до своего разрешения — выражается: а) в повторительном возбуждении определенной группы центров и б) в одновременном сопряженном торможении других центров. Этот двойкий симптомокомплекс составляет типичный и обязательный шаблон в доминанте, так что, если отсутствует один из этих двух признаков (стереотип возбуждения в определенную сторону и сопряженное с ним торможение других центральных областей), то и нет еще основания говорить о доминанте. Перед нами некоторый рабочий принцип нервных центров, общий для множества реакций организма на среду, который, впрочем, осуществляется в каждом отдельном конкретном случае на различных путях и через посредство различных приборов.

Интересный и неожиданный случай сопряженных торможений найден недавно Э. Ш. Айрапетьянцем — при возбуждении продолговатого мозга и, затем, им же с В. Л. Балаксиной — при возбуждении большого мозга (1932). На децеребрированной кошке с перерезкою по верхней границе поясничных спинальных сегментов обнаружены регулярные остановки шеррингтоновских рефлексов задних конечностей в моменты приступов рвотных движений. На целой кошке, при перерезке по верхней границе поясничных сегментов, получается регулярное торможение тех же шеррингтоновских рефлексов задних конечностей при «установке» на бегущую мышь или на лающую собаку. Обстановка опыта в том и другом случае говорит, что перед нами сопряженные торможения, осуществляющиеся через посредство вегетативных сообщений. Иными словами, перед нами примеры того, как описанные А. В. Тонких торможения с вегетативных путей могут иметь применение в координации рабочих установок в центральной нервной системе.

Экспериментальные проблемы в области доминанты — изучение стойких местных очагов в нервной сети; выяснение взаимоотношений между такими очагами и ритмическими волнами, на них набегающими и от них отправляющимися; проблема новообразования центральных резонаторов на ходу реакции (усвоение ритма); наконец, выяснение того, в какой мере доминантным очагом может служить устойчивый межцентральный цикл, вроде циклов Елгерсма и Винклера.

Школа Н. Е. Введенского продолжала работу в Ленинградском университете (М. И. Виноградов, Н. П. Резвяков, И. А. Ветюков и я), затем в физиологической лаборатории Ленинградского бехтеревского института мозга (проф. Л. Л. Васильев), в Ленинградском институте гигиены труда (П. А. Некрасов), в физиологической лаборатории изучения профзаболеваний (Ю. М. Уфлянд), в Тифлисском университете (проф. И. С. Беритов), в Смоленском и Казанском университетах (проф. Д. С. Воронцов).

Проф. Л. Л. Васильев поработал много над детальной феноменологией парабиоза от различных катионов. Собранные им материалы в этом направлении представляют большой интерес. Они дали ему повод в свое время выступить с теоретической работой по ионной теории возбуждения. Впоследствии, вслед за М. И. Виноградовым, он стал искать передектирования теории парабиоза в свете учения о проницаемости для ионов поверхностей раздела между тканевыми средами. Быть может в связи с тем представлением некоторых ученых, что только с «разрыхлением мембран» может быть связан процесс физиологического возбуждения, тогда как «уплотнение мембран» должно прекращать самую физическую возможность его, возникло деление катионов на разрыхляющие — возбуждающие (и, стало быть, способные вызвать парабиоз), и на уплотняющие — исключающие возможность возбуждения

(и, стало быть, по-своему тоже «термозящие», но уже не на парабиотический манер, а просто физически, через физическую невозможность возбуждения). Парабиотически действовать могут только «разрыхлители мембран», т. е. одновалентные катионы, да и из них, строго говоря, только ион калия. Такая прямолинейность физиологических предсказаний из общих теоретических схем физической химии была свойственна представителям этой молодой науки в недавнем прошлом; но физиолог не должен терять присутствия духа и чрезмерно доверяться предсказаниям из общих мест. В более новое время прежние схемы учения о проницаемости в приложении к физиологии очень изменились, в общем, в том смысле, что для жизнедеятельности клетки требуется некоторая средняя степень проницаемости для ионов, которая и регулируется на средний нормальный уровень определенным соотношением ионов разрыхляющих и уплотняющих; так что оба эти сорта ионов одинаково необходимы, для того чтобы вообще мог состояться процесс возбуждения, а стало быть и торможения. Физиологическое возбуждение начинает рисоваться как реакция возвращения на средний урегулированный уровень сопротивления прониканию ионов, при котором только и возможна нормальная поляризуемость ткани и нормальная скорость ее реактивной деполяризации. Иными словами, процесс возбуждения и здесь оказывается явлением двуфазным, с колебанием в ту и другую сторону от уровня покоя ткани. Разрыхление, упадок сопротивлений и падение поляризуемости начинают расцениваться как последствия возбуждения, но не как само возбуждение. Выше мы видели, что всякий случай парабиоза сопровождается и фазой повышения лабильности и фазой прогрессирующего понижения ее. Мнимо антипарабиотические феномены оказываются наглядно и на деле впаynnми неразрывно в самый процесс классического парабиоза.

Под руководством Л. Л. Васильева проведен целый ряд ценных работ, из которых я имел случай упомянуть о констатировании ультрафиолетового, митогенетического излучения из безмякотного нерва (Л. Л. Васильев, Г. М. Франк и Е. Э. Гольденберг). Затем работа Д. А. Лапицкого и Е. И. Васильевой над действием ультрафиолетовых и инфракрасных лучей на нерв. Уже работа В. Анри заставляла думать, что ультрафиолетовые лучи должны давать и возбуждение и депрессию на нерве. Краткий период, 15—20 минут, ультрафиолетового облучения предопределяет наступление последующего парабиоза. Он растормаживается анодом. При действии инфракрасных лучей авторы получали то более быстрое, то более медленное наступление непроводимости. В первом случае они не успевали уловить типичных стадий эволюции парабиоза, а во втором они видели их вполне выразительно. В первом случае авторы имели перед собою, как видно, хорошо выраженные картины подъема лабильности, по поводу более сильных раздражений, тех самых раздражений, которые во втором случае вели к вящему угнетению. Очень интересно, что в первом случае при склонности к повышению лабильности в препарате под влиянием облучения расторможение проводимости получалось от катода, тогда как во втором случае с более выраженным падением лабильности расторможение достигалось анодом. При быстром наступлении непроводимости, когда она растормаживается катодом, она растормаживается, вместе с тем, и ультрафиолетовыми лучами. При более медленном наступлении непроводимости, когда растормаживание достигается анодом, эффект инфракрасных лучей всего лишь углубляется далее ультрафиоле-

товыми лучами. Попытка обратного растормаживания инфракрасными лучами торможения от ультрафиолетовых лучей не дала положительных результатов. Ультрафиолетовые лучи, как видится, дают краткую стадию электропозитивности участка, за которым развивается его негативность. Инфракрасные лучи дают продолжительную фазу электропозитивности, лишь с запозданием переходящую в негативность. Все эти прелестные картины только в особенно подвижной, а потому и в особенно поучительной форме, дают нам те смены реактивной установки ткани, которые мы имеем и от других раздражителей — наркотика и стрихнина, холода и тепла, иона калия, или иона кальция, и т. д. Само собою, что ничего «антипарабиотического» в этих интереснейших вариациях развития парабиоза нет в такой же степени, как в подъеме аэроплана в поле гравитации нет ровно ничего «антигравитационного». Нужно углублять и детализировать далее изучение этих фактических вариаций, которые уже сейчас так поучительны для понимания многообразия феноменов, к которым может приводить местное стационарное возбуждение в проводящих путях.

Само собою, нисколько не противоречит теории парабиоза и то, что вещества среды могут быть для ткани и организма в известных условиях не «раздражителями», но «успокоителями». Всякий раз, когда ткань испытывает голод в том или ином веществе, дача этого вещества возвращает ее к среднему покойному уровню, и мы понимаем, что это уже не торможение и отнюдь не «упадок жизнедеятельности», а возврат к рабочей готовности. Если нерв подсыхает и мышца при этом волнуется, а мы возвращаем ее к покою увлажнением нерва, нет нужды говорить, будто увлажнение нерва «затормозило» мышцу. Или еще: Хилл в 1929 г., Герард в 1930 г. пришли к убеждению, что поддержание в нерве постоянного состояния поляризации требует постоянной доставки кислорода, т. е. сама та средняя степень проницаемости для ионов, которая требуется для полной реактивности, готовности нерва, требует обеспечения кислородом. Успокоение голодающего на кислород нерва, возвращение его к уровню физиологического «покоя», т. е. к полной поляризуемости и готовности к реакции, без сомнения не должно называться «торможением», если мы вообще хотим сохранить за этим термином практический смысл. Весьма остроумна и ценна попытка Л. Л. Васильева воспользоваться методом минимальной поляризации для исследования рубежных сил раздражителя, требующихся для признаков наступления парабиоза. Это была назревшая очередная задача для общей теории парабиоза. Давно известный нам порог есть порог наступления того минимального эффекта, при котором возникает видимая волна возбуждения. Но можно было бы задаться вопросом о пороге наступления минимальных альтераций в ткани, требующихся для начала суммаций в ней. Это был бы порог влево от классического, т. е. в сторону еще более деликатных физиологических эффектов, еще меньших сил раздражения, теоретически и меньших значений «полезного времени» раздражения. Но вполне реален порог и вправо от классического, т. е. в сторону наступления парабиоза и начала торможения. Вторым порогом (порогом начала суммации) стали заниматься в особенности в лаборатории Лапика с 1925 г. Третьим порогом (порогом парабиоза) было необходимо заняться тем, кто видит в торможении продукт возбуждения. Теоретически следовало ожидать, с нашей точки зрения, что этот третий порог, в координатах силы раздражителя и времени его действия, должен выразиться некоторым местом, аналогичным первому порогу. В действительности оказалось, что третий порог выражается в

виде приблизительно гиперболической кривой, более или менее параллельной кривой первого порога. Это вполне отвечает теоретическому ожиданию. Признаюсь, что я давно собирался заняться выяснением этой зависимости; от всей души рад, что Л. Л. Васильев сделал это до меня и независимо от меня.

Весьма ценные работы даны Л. Л. Васильевым по перизлектротону. Л. Л. Васильев успел воспитать молодых работников по физиологии, из которых обращают на себя внимание в особенности Ф. П. Петров, Д. А. Лапицкий, М. Р. Могенович и др. Очень ценное приобретение для своей лаборатории Л. Л. Васильев сделал в лице таких работников, как В. А. Подерни и В. Е. Делов.

О работах М. И. Виноградова в области парабיוза я упоминал выше. Ему принадлежит первое открытие анодического растормаживания парабюза, и я с удовольствием вспоминаю, как он загорелся догадкой о необходимости такого действия анода, еще будучи молоденьким студентом. Смысл анодического растормаживания раскрылся для нас лишь потом, после доклада покойного Б. Ф. Вериго о принципиальной асимметрии электротонического участка по отношению к проведению. В последние годы Виноградов целиком ушел в ту новую отрасль нашей науки, которая получила наименование физиологии труда.

И. А. Ветюков, постоянный сотрудник Н. Е. Введенского до конца его дней, отличается чрезвычайно верным чутьем в области вопросов парабюза. Его оценки оказываются обыкновенно рано или поздно верными. Такое чутье дается лишь многими годами людям, вошедшим в определенный круг вопросов с юности. И. А. Ветюков — в полном смысле слова воспитанник физиологической лаборатории Ленинградского университета. Ему принадлежит ряд работ по классическому парабюзу, по перизлектротону, по доминанте и истериозису в рефлексорном аппарате. В последнее время он входит все ближе в эксперименту по условным рефлексам, чтобы на деле различить, как и в чем дают там себя знать парабютические зависимости.

Н. П. Резвяков дал ряд ценных работ по классическому парабюзу, причем ему первому принадлежит попытка применить современные усилительные установки для деликатнейшей регистрации токов действия в парабютическом участке и вдоль по альтерированному нерву. Это задумано им и стало приводиться в осуществление еще в годы затишья университетской жизни 1919—1921 гг. Нехваток материальной части и вскоре наступившая затем страда с новыми усиленными приемами студенчества не дали развить этих начатков до той степени, которая сейчас дает столь неожиданные и превосходные плоды у проф. Эдриана в Кэмбридже.

Я лично всегда считал Н. П. Резвякова одним из наиболее чутких практиков в вопросах парабюза, представителем того умственного склада, который не обманывается формально-логической схематикой и поверхностною убедительностью рассуждения. Не знаю, кто его спугал, когда ему показалось, что из теории парабюза вытекает декремент возбуждений в проводнике.

По поводу нашего пятидесятилетия следует вспомнить, что Н. П. Резвяков с покойным Г. И. Степановым были первыми инициаторами ленинградских физиологических бесед.

И. С. Беритов создал себе имя в истории физиологии открытием, о котором я имел случай сказать выше. Первый в Европе он узнал, что при реципрокном торможении одного рефлекса другим анэрге-

тическим рефлексом происходит торможение отдельных токов действия из электрограммы первого рефлекса в ритм импульсов второго рефлекса. Если импульсы этого второго рефлекса более мощны, из электрограммы первого рефлекса вырываются уже не отдельные токи, а группочки токов. От этого открытия значительно позже отправились последующие работы Е. Т. Брюкке над интерференцией рефлексов и рефлекторных импульсов. Конфликт отдельных возбуждений, образующий торможение при конвергенции компонентов в момент прихода их к общему пути, приобрел вполне конкретные и, как всегда, значительно более своеобразные черты, чем предвидела теория; и Е. Т. Брюкке мог демонстрировать, уже как прямое следствие из исходного факта Беритова, что преобразование возбуждения в торможение и торможения в возбуждение в эффекторе зависит от фаз, которыми совпадают во времени встречные волны. Несколько странно звучало, когда потом, по поводу именно этого превосходного открытия, автор заговорил о том, что «торможение входит в тормозимый путь, проникает до самой мышцы и входит в последнюю», — точно дело идет о разлипании по субстрату какой-то «тормозящей субстанции» жидкости, обладающей *virtus inhibitoria!* Живой опыт показывает, что торможение есть результат конфликта конвергирующих возбуждений, а теоретическая мысль идет по старой колее! Общий путь и мышечная периферия отнюдь не охвачены вошедшим в них торможением в тот период, когда они заторможены для локомоции, например, у лошади, глотающей пищу в стойле: общий путь и мышечная периферия, будучи заторможены в это время для локомоции, превосходно осуществляют тоническую иннервацию позы стойки у яслей.

В том и экономия торможения перед общим путем, что он, будучи выключен для ряда рефлексов, может оставаться в состоянии рабочей активности и готовности для ряда других рефлексов.

Весьма интересны работы Беритова в области тонических рефлексов Магнуса с разработкою в особенности «подготовок» и «готовностей» к тем или иным тоническим установкам, которые в Утрехтской лаборатории получили наименование рефлекторных тенденций. Это ближайшие явления к доминантам в области иннервации поз. Ближайший импульс, служащий толчком к разворачиванию заготовленной, но еще скрывающейся иннервации, является лишь поводом для осуществления того, что складывается в ближайшие предыдущие моменты истории системы.

Механизм «Schaltung'» (включения), который предлагается здесь в объяснение немецкими авторами, в действительности, конечно, ничего не объясняет.

Эта иллюзия объяснения получается от переноса на нервную систему моделей распределительных установок для электрического тока из электротехники. Получается успокаивание мысли раньше времени тем, что на место простого описания предлагается описание в других образах и уподоблениях. Сколько я знаю, И. С. Беритов не поклонник «Schaltung'».

Далее идет ряд работ, посвященных вопросу о плюрисегментальной иннервации мускулатуры. Наконец — обширный ряд работ по условным рефлексам. В самые последние месяцы И. С. Беритов опубликовал том, посвященный «индивидуально-приобретенной деятельности центральной нервной системы».¹ Я не специалист в методике условных рефлексов и не беру на себя обсуждать, в какой мере экспериментальный материал именно по условным рефлексам уполномочивает утверждать глав-

¹ Тифлис, Гос. издательство Грузии, 1932.

ное положение, которое выдвигается Беритовым, а именно возникновение прямых и возвратных связей между двумя возбужденными очагами, т. е. между кортикальными областями, отвечающими «условному» и «безусловному» раздражителям. Повидимому, это пока в значительной степени лишь общая схема. Но именно как общая схема она представляется мне отвечающей действительности. Наверное не «слинная рефлекторная дуга» в отдельности и не «слинный центр в коре» являются тем стержневым фокусом, около которого образуется новая рефлекторная установка и начинает организовываться новая дифференцирующаяся осведомленность в среде. Таким стержнем должен быть комплекс двигательных центров, который вызывается к действию по поводу слюнной рецепции. Если бы животное было на свободе, в естественных условиях, фактическим стержнем и организатором для новых осведомлений служило бы движение в том или ином направлении, стимулированное раздражением. Этому движению соответствует центральная (тоже стержневая) конstellация с повышенной активностью и, в первое время, с повышенной лабильностью; вот около этого центрального стержня, и по его поводу, в естественных условиях должен возникнуть новый опыт в новых областях среды, куда повлекло субъекта текущее раздражение (положим слюнное). Вот эта новая область среды и открывается с дифференциальной тонкостью сильно разрыхленной и лабильной, доминирующей в данный момент, центральной группой, увязываясь с нею. Связываются, в конце концов, «не слюнный рефлекс» в отдельности со «зрительными рефлексами» в отдельности; но контактные слюнные стимуляторы текущего движения со зрительными стимуляторами с расстояния все для того же текущего движения. Общее движение, ими стимулируемое и их стимулирующее к работе, и является тем соединяющим и организующим «общим путем», который играет здесь роль синтезирующего и интегрирующего начала. В общем же комплексе, руководимом одновременно с рецепторов контактных и с рецепторов с расстояния, — более чем вероятны физиологические пути к взаимному регулированию, т. е. к связям в ту и в другую стороны между контрагентами. Я позволяю себе высказать здесь давние мысли, навеянные данными о ходе развития навыков у более простых нервных организаций на свободе, в натуральной среде, например у рыб.

Нет никакого сомнения, что И. С. Беритов — выдающийся по работоспособности экспериментатор, неутомимый в постановке опытов и плодовитый писатель, очень склонный к критике. В положительной стороне своей работы он несравненно сильнее, чем в критической. Критические экскурсы у него не так удачны потому, что они чрезмерно предвзяты. Читатель чувствует тенденцию критика заместить критикуемое своим. Когда же он обращается к тому, что у критика «свое», оно оказывается не вполне удачным потому, что оказывается специальною теоретическою постройкою на ряде фундаментов и положений, которые успели устареть в глазах своих авторов. Дело идет о старом и безусловном убеждении, будто возбудимая система реагирует не иначе, как всеми своими потенциалами и потому для нее везде и без изъятия имеет обязательное значение принцип «all or none»; затем дело идет о старой попытке ликвидировать проблематику парабриза принципиальным отрицанием стационарных очагов деполяризации и возбуждения в нервной системе; наконец, дело идет о еще более старой попытке перенести центр тяжести в определении нервной реакции на счет энергий станции отправления импульсов. Четкость и простота прежних кэмбриджских представ-

лений пленца когда-то И. С. Беритова, а потом, безотчетно для себя, встал он на путь «дренажистов» и, поверив всему этому, стал попрекать русских физиологов, что плохо они знают «общую физиологию» в английской понимании. И. С. Беритов не подозревал, что излюбленные для него кэмбриджские воззрения зиждутся на нескольких скрытых гипотезах и что высшие этажи центральной нервной системы могут скрывать такие принципы работы, которые вовсе не предусмотрены известною до сих пор «общею физиологиею» центров.

Однако не в критике и не в теоретических построениях настоящее дело Беритова, а в том ценном экспериментальном материале, который дается им для будущей науки, и здесь мы все его глубоко ценим и приветствуем от всей души.

И. С. Беритов успел воспитать около себя ряд молодых работников: Г. С. Вацадзе, Ш. Топурия, А. Брегадзе, О. Нивинскую и др.

Если бы мы попробовали проформулировать в самой общей форме, что представляет собою процесс торможения с точки зрения школы Н. Е. Введенского, мы пришли бы к такому определению: торможение есть результат конфликта возбуждений. Частными случаями конфликта возбуждений и следующего из него торможения будут следующие: I) слишком большое сближение во времени двух последовательных импульсов возбуждения в одном и том же субстрате, например, в одном и том же проводящем пути при слишком частых импульсах, или в одном и том же общем пути при столкновении в нем (или перед ним) возбуждений, подводимых сходящимися (конвергирующими) путями; II) столкновение встречных волн, направленных прямо друг против друга — как это было в эксперименте Эрнста Фишера и Бете в проводящих системах позвоночного животного, или, как это наблюдалось у Мура и И. А. Ветохина, на тканях беспозвоночного; III) обстановка, когда нервному импульсу приходится считаться со стационарным состоянием деполяризации и возбуждения в участке, через который лежит путь проведения. Рассмотрение одного лишь первого случая в его отдельности может и ныне привести к развитию классического учения о рефрактерной фазе, о которой выше была у нас речь. Это — роковое состояние истощенности рабочего минимума химического потенциала ткани тотчас за взрывом ее возбуждения, или роковое прекращение готовности к реакции тотчас за состоявшейся очередной реакцией. Поскольку минимум рабочего потенциала принимался за постоянный, а возобновление реактивной готовности ткани требует постоянного времени, считалось, что для каждой ткани характерен постоянный, несдвигаемый «eigenrythmus», постоянная продолжительность рефрактерной фазы и постоянная величина возбуждения. Сопоставление случая I со случаями II и III существенно расширяет и углубляет вопрос и ставит новые проблемы, решение которых впервые даст возможность и право теоретического «выведения» нормальных процессов торможения из рефрактерной фазы, обосновав положение, что сама-то рефрактерная фаза есть случай торможения. Ибо ведь для всякого ясно, что если рефрактерная фаза есть, собственно, истощение химических потенциалов ткани и всего лишь порча ее рабочей готовности, то из нее и можно было бы вести объяснения для дефектных состояний ткани, для истощения, утомления, но не для нормального торможения. Итак, стояла и стоит у нас очередная задача анализа самой рефрактерной фазы при свете учения о парабиозе. Одною из первоочередных тем, которые поднимаются здесь парабиозом, является следующая:

правда ли, что рефрактерная фаза есть такой феномен, с которым импульсам приходится всего лишь пассивно считаться, или это феномен, в образовании которого текущие импульсы играют роль активных факторов? И затем еще: права ли аксиоматика недавнего прошлого, приучавшая к мысли, что импульсы могут влиять на продолжительность рефрактерной фазы только в смысле ее удлинения, через посредство утомления субстрата, приводимого ими в рабочее состояние? Учение о парабииозе ставит здесь, с одной стороны, настоятельное требование не вмешивать в эти вопросы понятия утомления *ad hoc* ради фиктивных объяснений и, с другой стороны, ставит на очередь прямую вероятность того, что рефрактерная фаза, под действием импульсов, активизирующих жизнедеятельность субстрата, может укорачиваться. В учении о парабииозе отдельные частные факты, вопросы и следствия оказываются достаточно хорошо спаянными между собою: это и служит одним из косвенных доказательств того, что мы соприкасаемся в самом деле с некоторою реальною, обязывающею правдою, с цельюю реальностью, которая дает себя знать с разных сторон.

До сих пор в науке имелись две основные теории рефрактерной фазы: нутритивная (ведущая свое начало от Е. Геринга и Фервора) и электротоническая (ведущая начало от Германа и Верига). В настоящее время мы достаточно отчетливо различаем в жизнедеятельности ткани две стороны: химические резервы и потенциалы, обеспечивающие в ней возможность работы, и структурную организацию протоплазмы, обеспечивающую полносвязное течение отдельных процессов в сторону нормальной работы той или иной ткани. Та и другая стороны связаны между собою в действительности интимным образом, так что поляризационные и электротонические влияния не могут не сказываться на ходе нервного метаболизма и на его скорости, а также и ход энзимных процессов в нерве не может не отражаться на течении возбуждения. И при всем том, что та и другая стороны увязаны между собою органической связью, мы видели в предыдущем, что связь эта рыхла и вариативна, благодаря чему нерв не тотчас отказывает в способности родить и проводить волну, как только нарушится его дыхание, но дыхание нерва не оказывается непременно нарушенным, когда нерв переживает рефрактерную фазу. Сопряженный химический цикл Пастера-Мейергофа ни в каком случае не есть одновременно и электротонический цикл отдельного приступа возбуждения. Что они между собою увязаны, нет никакого сомнения; что ускорение одного должно отразиться на скорости другого, теоретически также представляется несомненным; но, что один из них значительно инертнее другого, и в общем они не конгруэнтны во времени, я думаю — также явно. Притом с чисто теоретической стороны нет принципиальной необходимости даже и в том, чтобы представлять себе пастер-мейергофовский процесс (или то, что ему эквивалентно в нерве) непременно как цикл; он может протекать в нормальной ткани более или менее непрерывным потоком, то ускоряющимся, то замедляющимся, но без непрерывной периодичности и пульса, как на это указывал Оппенгеймер. На новой теории рефрактерной фазы будет лежать трудная задача дать двусторонний отчет: как деполаризационные и электротонические влияния возбуждения в нерве (или в другой ткани) могут сказываться во времени на метаболизме субстрата, и как, в свою очередь, эти изменения в метаболизме отражаются на готовности ткани к новой реакции возбуждения в ближайший момент.

Из учеников Н. Е. Введенского над рефрактерною фазою нерва экспериментировал в особенности проф. Д. С. Воронцов, не

имея пока возможности заглядывать в вопросы метаболизма и пользуясь исключительно струнным гальванометром. Он способствовал детализации сведений об эффектах электротона в нерве, доказав лишний раз, что исходить догматически из старой общепринятой схемы полярного закона для всех обстановок и случаев нельзя: требуется всегда учет всей конкретной обстановки текущего опыта. Анэлектротон не есть исключительно и безусловно угнетающий агент; в известных условиях он может создавать повышение возбудимости, которая затем постепенно падает и лишь медленно восстанавливается. О том, что область катэлектротона является специальным источником возбуждающего действия в нерве, известно давно (правило М. Пелтье — Вериго). Но возбудимость здесь падает сразу с тем, чтобы при слабых токах восстанавливаться, а при сильных токах перейти в стойкую депрессию.

Вариации ан- и катэлектротонических влияний в нерве подготавливают к мысли, что и каждая отдельная волна возбуждения, состоявшаяся в нерве, своими ан- и катэлектротоническими влияниями на проводник может создать переменные действия на следующий за нею процесс возбуждения. Воронцов с учениками собрали богатый материал о том, как изменяются результаты влияния двух соседних во времени возбуждений друг на друга в зависимости от различных условий. В пользу той мысли, что рефрактерная фаза есть производное явление, зависящее от условий последовательного раздражения, говорит то, что при известных обстановках раздражения уловить ее не удается и ее, повидимому, нет. В нормальном нерве, при раздражении постоянным током, «абсолютной» рефрактерной фазы не оказывается. На наркотизированном нерве или на нерве, альтерированном давлением, нагреванием, задушением, оводнением, и раздражение индукционными токами не дает «абсолютной» рефрактерности. Е. Г. Брюкке указывает и для нормального нерва, что сильный размыкательный индукционный удар, служащий наиболее кратким из употребляемых нами раздражителей, длится дольше, чем вся рефрактерная фаза («полезное время» раздражения от размыкательного удара дольше, чем предполагаемая «абсолютная» рефрактерная фаза), так что при исследовании возбудимости сильными индукционными токами «абсолютная» рефрактерная фаза представляется равной нулю.

Сильный восходящий индукционный ток, приложенный к точке нерва в момент, когда в ней возникает возбуждение, способен ослабить и затормозить это возбуждение. Это явление особенно сильно выражено в наркотизированном участке нерва. Здесь можно получить полное торможение волны возбуждения, приходящей из нормальных частей нерва, восходящим индукционным током. Это полное взаимное торможение двух импульсов получается при промежутке между двумя раздражителями в 1,5—3 м/сек.

И нисходящий индукционный ток способен развивать подобные тормозящие действия, которые выступают более полно в более поздние стадии наркоза. Они выражаются в том, что возбуждение из верхних нормальных частей нерва, неспособное уже пройти через наркотизированный участок, нацело затормаживает эффект нисходящего индукционного тока, приложенного в наркотизированном участке в определенный момент после раздражения, вызвавшего предыдущее возбуждение. Это тормозящее действие точно так же наиболее сильно выступает через 1,5—3 м/сек. после предыдущего раздражения.

Согласно с известною схемой Лилли, Бремзера и др., Воронцов понимает процесс проведения по нерву как функцию от

скорости начала реакции возбуждения на новых участках нерва и от скорости компенсационного (восстанавливающего) процесса на месте, давшем место возбуждению. Там, где нарушены условия для энзимного процесса восстановления нерва, утрачивается в возбуждении и характер волны. Отсюда стационарное возбуждение и парабиоз понимаются как следствия расстройств именно компенсационных процессов.

Странное недоразумение случилось у нас с понятием «декремента». Под этим именем разумеется затухание волны по мере удаления от источника волнения, вследствие утраты волною энергии. Декремент есть исчезание эффекта вследствие иссякания в нем работоспособности. Достаточно точно относясь к терминам, не будут называть, и не имеют права называть декрементом, выпадение прежнего эффекта импульсов вследствие того, что энергия импульсов приобретает в той же рабочей системе другое рабочее значение. Из того, что импульсы, рождавшие до сих пор последовательные порядковые волны возбуждения, попав в участок парабиоза, идут здесь на подкрепление имеющегося здесь состояния активности и, по мере этого подкрепления, все более теряют в амплитуде порядковых волн, — никому не придет в голову, что волны теряют свой рабочий эффект, рабочий эффект их превращается в нуль: ведь здесь именно в момент их кажущегося аннулирования рабочий эффект их в участке парабиоза оказывается вполне осязательным. В том-то и дело, что для теории парабиоза физиологический импульс при торможении не теряется, не заглушается, а приобретает для себя новый рабочий эффект!

Вот почему И. Е. Введенский, — человек во всяком случае очень большой остроты мышления, — никогда не употреблял термина «декремент» для момента перехода токов действия порядковых волн в парабиотический ток и, как я могу засвидетельствовать, постоянно возражал против этого термина у учеников Ферворна. Надо заметить, что ученики Ферворна могли употреблять этот термин, ибо, по их воззрению, импульсы в самом деле прекращают всякое рабочее значение в альтерированном участке и попросту глохнут в нем. Что же касается нас, то для нас речи о декременте здесь быть не может. Надо не забывать, что термины объясняют, а декремент не есть простая описательная ремарка, но приносит за собою вполне точное содержание и определенные следствия. Поэтому нападение на «бесдекрементное проведение» Г. Като есть, с нашей стороны, настоящее теоретическое недоразумение. Столь же пылкому и неосновательному нападению подверглось замечательное наблюдение Г. Като с сотрудниками, что тормозящий эффект слагается еще в самом начале альтерированного участка. Над этим надо подумать, ибо это факт очень глубокого значения, когда люди совсем других ожиданий и предвидений приходят к фактам, столь согласным с учением о парабиозе. Со своей стороны мы можем засвидетельствовать, что растормаживание парабиотического участка решается с некоторым кризисом в головке парабиотического участка, что ни в какой мере не лишает значения дальнейшего протяжения этого участка для складывающегося здесь процесса. Как это принципиально возможно, — это другой вопрос!

Из ряда очень хороших работников, которых успел воспитать Д. С. Воронцов, необходимо назвать П. О. Макарова, Н. А. Юденича, А. М. Вольнского и Л. Г. Трофимова.

Отмечу здесь чрезвычайно важные для теории парабиоза данные П. О. Макарова, обнаружившего, что рефрактерная фаза, удлиняясь внутри парабиотического участка, сокращается в припарабиотических

областях. Иными словами, те части парабиотического участка, которые, по нашим данным, склонны давать желтые оттенки нейтральрот (и которые поэтому являются областями усиленного дыхания), являются вместе с тем и областями сокращенной рефрактерной фазы, т. е. повышенной лабильности. А те части парабиотического участка, которые, по нашим данным, склонны давать красные и малиновые оттенки нейтральрот (и которые поэтому являются областями скопления кислых продуктов и упадка дыхания), являются вместе с тем и областями удлинения рефрактерной фазы, т. е. снижения лабильности.

Мы видели выше, какое значение имеют эти зависимости для понижения «усвоения ритма» или для «стадии проторения», как называет эти явления Макаров. Нужно добавить, что в самом начале закладываемый парабиотический участок весь склонен давать желтые оттенки, и лишь потом из середины его появляется и расплывается красно-малиновая область, отодвигая желтые участки на фланги парабиотической области. Это говорит о том, что эволюция парабиоза такова: вначале повышение лабильности по всему участку, затем, в глубинах измененного участка, снижение лабильности и одновременное ее повышение на флангах. Надо помнить, что эти наши характеристики той или иной области нерва: «снижение лабильности», «укорочение рефрактерной фазы» и т. д. не имеют реального смысла без фактической деятельности нервных импульсов в данных участках нерва: не иначе, как через фактическое действие нервных импульсов открываем мы местные функциональные изменения проводника, и не иначе претерпевает свои изменения и нервный импульс как через влияния местных функциональных изменений нерва. Здесь вполне взаимное влияние этих встречных факторов и, может быть, тут более всего ясно, что и в снижении лабильности по мере углубления парабиоза, и в поднятии лабильности при усвоении ритма, самим текущим нервным импульсам, судьба которых здесь решается, принадлежит роль активных деятелей.

Кризис лабильности на действующем сейчас фланге парабиотического участка (он же «головка» участка по отношению к действующим сейчас волнам) есть вместе с тем и кризис рефрактерных фаз, отмечаемый школою Г. Като. И этот кризис, у Като, не может быть понят до тех пор, пока не встанем мы на точку зрения учения о парабиозе и не признаем (следуя примеру Н. Е. Введенского), что бегущая сейчас волна сама по себе деятельно раскрывает дорогу в области, где рефрактерная фаза склонна сокращаться, как сама же себе деятельно застилает она дальнейший путь в областях, где рефрактерная фаза склонна удлиняться. В первом случае она всего лишь активизирует готовность ткани родить очередную порядковую волну возбуждения; во втором случае она подкрепляет тот тип возбуждения, который встречает на месте. По смыслу своего действия нервный импульс имеет везде тот же характер и то же значение, но по эффекту на местах он то активизирует проводимое далее возбуждение, то подкрепляет местное торможение.

VIII

За пятнадцатилетие в СССР развернулась новая отрасль физиологии, которой не было до мировой войны — физиология труда. Возникла эта отрасль физиологии в западноевропейских странах и в Америке со времени именно мировой войны, когда встала на очередь острая задача организовать производственный труд с экономическим максимумом

утилизации при сохранении физиологических норм. Прежние, чисто лабораторные наблюдения над влиянием физического или нервного труда на обмен веществ, на теплопроизводство, на дыхательный коэффициент, на процесс усвоения новых навыков и т. д. развернулись теперь в систематическую работу целых институтов по определенным планам с заранее намеченной срочной тематикой. В то время как в Западной Европе и Америке острый интерес к физиологии труда держался после войны недолго, в СССР он начался и стал все более крепнуть года через 3—4 после Октябрьской революции. И в то время как широко оборудованные специальные институты физиологии труда, например, в Германии, обезлюдели, у нас в работу по физиологии труда втягиваются все новые учреждения.

В развитии у нас физиологии труда надо различать несколько последовательных этапов. Возникла она при таких условиях, когда не было возможности дать ей подобающее материальное оборудование, не было нарочито подготовленного контингента специалистов, не было и живой связи с производством. Мало того, в первое время сами промышленные учреждения были у нас не осведомлены о целях и задачах физиологии труда. Нашей молодежи, первым пионерам физиологии труда, приходилось на нашей памяти пробивать значительные препятствия, прежде чем им удавалось завязать связи и открыть физиологам дорогу в хозяйственные организации при производствах. Не удивительно, что в это первое (и довольно продолжительное) время в работах по физиологии труда не хватало общего направления и объединяющей линии. Закладывались на местах физиолого-трудовые ячейки, поддерживавшие более или менее случайную связь между собою. Однако можно уже в это первое время усмотреть два преобладающих направления молодой научной отрасли: одно из них можно условно назвать московским: представителями его являлись Московский физиологический институт им. И. М. Сеченова (проф. М. Н. Шатерников и К. Х. Кекчеев) и физиологический отдел Московского института охраны труда (проф. К. Х. Кекчеев, затем проф. Н. А. Бернштейн и проф. С. И. Каплун). Другое направление можно назвать условно ленинградским (проф. М. И. Виноградов). Около московского ядра преобладали строго лабораторные исследования отдельных вопросов с попытками выработать методические приемы для будущей работы в производственной практике. Ленинградские представители физиологии труда, группировавшиеся около физиологической лаборатории Ленинградского университета, выносили центр тяжести на работу в производствах, стараясь применить физиологическую методику там, на самом живом процессе производства. В организационном отношении эти две линии сказались в том, что москвичи опирались в особенности на крупные институты без специальной прикреплённости к той или другой отрасли производства; ленинградцы стремились устраивать небольшие производственно-физиологические лаборатории на самих предприятиях, причем этим маленьким лабораториям на местах приходилось выдерживать «борьбу за существование», иногда гибнуть, сливаться или примыкать впоследствии к более крупным учреждениям. Оба направления имеют свои положительные и отрицательные стороны: в Москве — более выработанный, заранее предначертанный, но тем самым несколько априорный план; в Ленинграде — вначале — лишь вполне определенное и очень интенсивное устремление с весьма мало выработанным планом и с уверенностью, что там «дальше будет видно», как действовать и строить конкретные планы из опыта на деле. Вспоминаю, что и я отчасти повинен был в таком направлении у наших физиологов

труда. Как и следовало ожидать, в дальнейшем организующаяся и укрепляющаяся физиология труда воспользовалась опытом и московского, и ленинградского направлений, освободилась от отрицательных крайностей того и другого (тех черт некоторого доктринерства, которые по необходимости получались при командовании из больших институтов, и тех черт своего рода партизанства, которые получались у нас), и нынешний Московский институт охраны труда строится по принципу производственных секций. Как организм, он будет централизован и, вместе с тем, будет содержать в себе органы — институты отраслевого значения, с выносом работы, в основном, непосредственно на предприятия.

Рядом с московским и ленинградским направлениями промышленной физиологии особый и сильный центр возделывания физиологии труда сложился в Харькове под руководством проф. Э. М. Кагана и проф. Н. Н. Кудрявцева. Вначале и здесь главное дело было в работе физиологов непосредственно в производствах; сверх того харьковцы первыми вступили на путь нормирования труда, включив его, в качестве очередной и нормальной задачи, в круг проблем физиологии труда. В настоящее время это направление организовалось во Всеукраинский государственный институт патологии и гигиены труда под руководством Э. М. Кагана. В этом институте новой и важной чертой является «комплексность» подхода к текущим задачам промышленной физиологии: к разработке проблем привлекаются, одновременно с физиологической лабораторией, также и гигиеническая лаборатория, и клинические лаборатории и другие органы учреждения. С самого начала поставлена задача планомерного сочетания, с одной стороны, внутриинститутского, чисто лабораторного эксперимента с относительной свободой и широкими возможностями в вариации опытов и, с другой стороны, — непосредственной работы на производствах в фактических условиях промышленного труда. Экспериментально-исследовательская разработка проблем энергетики труда в связи с проблемой утомления, равно как и методологические изыскания в этой области, отнесены, естественно, в чисто институтскую и лабораторную обстановку. Лабораторный эксперимент ставит себе целью изучение основных трудовых операций, воспроизводимых в лабораторной обстановке. Лабораторно-производственный эксперимент представляет из себя изолированное перенесение в лабораторную обстановку отдельных производственных процессов для последовательного изучения их энергетики и их влияний на организм. В обычных условиях промышленного труда ведутся наблюдение и эксперимент над затратами и утомлением в фактических условиях работы. Организованное сочетание этих трех направлений работы около центральных лабораторий Института обещает наиболее надежную постановку физиологии труда в борьбе с производственным утомлением.

Четвертым центром физиологии труда стал у нас Урал и Кузбасс. Здесь преобладает по преимуществу психотехническое направление. По происхождению своему это четвертое направление является филиалом Московского института горной безопасности и развивалось в особенности под руководством проф. Е. М. Берковица.

Из существующих сейчас уже многих учреждений и предприятий, где ведется работа по физиологии труда, отмечу в особенности, кроме упомянутых, следующие организации: лабораторию физиологии труда I Московского государственного университета (проф. И. Л. Канин и проф. М. Е. Маршак), Московский институт профессиональных заболеваний имени Обуха (проф. И. П. Разенков, проф. Ю. М. Гефтер), Центральный институт профзаболеваний (проф. К. Х. Кекчев), лабора-

торию Московского областного отдела охраны труда (проф. В. В. Ефимов), центральную лабораторию по психофизиологии и патологии труда на транспорте (проф. В. И. Башмаков), центральную психофизиологическую лабораторию Главного управления авиационной промышленности (проф. Р. П. Казанджян) и др. У нас в Ленинграде: лаборатория Института организации и охраны труда (сначала М. И. Виноградов, затем П. А. Некрасов), ленинградское отделение Научно-исследовательского института текстильной промышленности (проф. М. И. Виноградов, Н. А. Шустин), узловая лаборатория психофизиологии труда НКПС (М. Н. Алексеева), физиологическая лаборатория Института профзаболеваний (проф. Ю. М. Уфлянд), психофизиологическая лаборатория завода «Электросила» (Борсук) и др. В Харькове мы имеем Украинский институт патологии и гигиены труда (проф. Э. М. Каган), Украинский психо-неврологический институт (проф. З. И. Чучмарев, Н. Н. Кудрявцев). Имеется ряд специальных институтов и отдельных лабораторий почти во всех крупных пунктах Союза (Киев, Н. Новгород, Казань, Ростов н/Д, Воронеж, Баку, Владивосток, Новосибирск и т. д.).

Весьма значительная и разнообразная работа лежит на физиологии труда в Красной Армии. Подобно тому как на производствах физиолог не может ограничиваться чисто лабораторной работой вдали от фактической обстановки индустриального труда, так и в вопросах военного труда и быта он должен входить полностью в положение бойца в соответствующей трудовой обстановке: в поле, в блиндаже или в воздушной разведке. Большая заслуга принадлежит здесь проф. Ю. П. Фролову с сотрудниками, проф. М. В. Раевскому с сотрудниками и проф. Л. А. Орбели с сотрудниками.

Научно-исследовательская работа по физиологии труда, за исключением централизованной теоретической работы лаборатории Московского института охраны труда, долгое время была очень распылена и случайна, так сказать, не находила себе общего тематического ядра. Для новой отрасли знания и притом по первоначальному своему происхождению — знания прикладного, это, конечно, довольно естественно: проблематика и тематика приобретали конкретные формы лишь на местах и на деле, куда приносила наших исследователей жизнь. Самая естественная и общая тема физиолога на производствах, конечно, тема об утомлении, его природе, условиях возникновения и способах борьбы с ним. Однако в самой классической физиологии великая проблема утомления представляется разработанной мало удовлетворительно. У физиологов труда, прикладников по преимуществу, получалось такое положение, что приходилось «прилагать к практике», — да еще к горячей практике на людях, — научные положения очень малой принципиальной ценности и шаткого теоретического значения. Оставалось собственно тут же, на практике, на людях учиться и составлять себе более или менее надежные пробные установки. Получалась чаще всего близорукий эмпиризм, накопление очень пестрого материала в надежде, что выход потом найдется. Люди, со стороны, мало вникавшие в положение наших работников, готовы были попрекать их, что они ловят несбыточную химеру — универсальный метод улавливания и оценки утомления, годный для всех случаев. На самом же деле беда в том, что слишком общая и расплывчатая в своих очертаниях тема всегда ведет к своей крайности — к чрезмерно обостренному эмпиризму, который, не давая ничего питательного, ссылается в свое оправдание на возвышенность исходной темы. В действительности необходимо найти некоторую среднюю установку внима-

ния заранее, которая не терялась бы в расплывчатой (хотя бы и животрепещущей) теме, не терялась бы так и в мелькающей пестроте эмпиризма, но давала бы возможность, «растекаясь мыслию по древу», делать скромное и насущное дело — помогать разбираться в ближайших вопросах текущего дня. Эта средняя установка есть методическая установка по преимуществу, начинающая с отчета в том, чего можно в самом деле достигнуть, имея под руками определенные средства. Задачей своей стали считать разработку основных закономерностей, в которых выражается физиологическая реакция организма на работу. Средства обретались путем специализации и приспособления имеющихся физиологических приемов анализа, на этот раз нарочито для человека в производстве. Каждый из физиологов старался здесь дать то, что мог дать — чем лучше владел: Н. А. Бернштейн — свою превосходную биомеханическую и циклограммометрическую методику, доктор В. А. Левицкий — свою громадную, проникновенную начитанность и опытность в вопросах общей межцентральной иннервации, М. И. Виноградов — разработку методики определений дыхательного газообмена и т. д.

Среди аналитических проб, привлеченных на службу физиологии труда, очень посчастливилось газообмену. Разработанность методики, точность получаемых данных, относительная легкость их толкования и т. д. способствовали этому успеху. Эта область насчитывает, пожалуй, наибольшее число работников по физиологии труда (В. В. Ефимов, К. Х. Кекчеев, М. И. Виноградов, И. Л. Кан, Я. А. Шейдин, В. Г. Куневич, В. С. Фарфель, А. Д. Слоним, М. Е. Маршак, И. А. Аршавский, Э. М. Каган, Б. И. Немировский и др.). Одним из важнейших достижений в этой методике является разработка феномена Лингардта. Советские работники не только подтвердили данные о минимуме потребления кислорода тотчас после прекращения так называемой «статической работы», но дали интересные дополнительные наблюдения, как, например, усиление феномена при упражнении, значение включения и выключения фиксирующих приборов тела при длительных напряжениях (В. С. Фарфель, М. Е. Маршак, М. П. Березина и др.). Что касается газообмена при динамической работе, то из ряда данных можно видеть, что простая схема зависимости между напряженностью работы, величиной и характером респираторной — схема, опирающаяся на классические работы А. В. Хилла, нуждается в добавлениях применительно к конкретным формам труда (Э. М. Каган, М. Е. Маршак, В. Г. Куневич и др.). Пользование методом переходило в неумеренное увлечение им, когда люди готовы были иногда видеть в нем некий всеобщий и решающий метод для вопросов физиологии труда. Чтобы ввести его в надлежащие границы, понадобилась серьезная критика на специальной энергетической конференции в Москве (1931).

Следующее место занимали пробы в области сердечно-сосудистой системы при работе (пульс, давление крови и т. п.). Простота и портативность методики позволяли широко использовать ее по принципу так называемого «динамического» изучения организма на ходу производственного труда, так сказать, не отрывая его от станка (В. В. Ефимов, В. Г. Куневич, Я. А. Шейдин, М. Полякова, Гельман, Н. А. Шустин, Н. Ф. Стожкова и др.). Получена не только яркая характеристика типов производственного труда, изучены упражняемость на новом приеме работы, значение нервно-психических влияний для поведения сосудисто-сердечной системы, своевременных периодов отдыха.

Много внимания было уделено разработке и применению так называемых функциональных проб (Лукомский, Гориневская, Люблина, Шабашев, Алексеева и др.). Не очень распространена за сложностью, но пользуется вниманием методика определения минутного и пульсового объема сердца (В. И. Башмаков, М. Е. Маршак и др.).

Из работ этого направления практический интерес имеет экспериментальное подтверждение положения Эрлангера и Хукера о соответствии изменения минутного объема и произведения пульсового давления на пульс.

Из способов оценки общего состояния тела и его изменений при работе оправдал свое практическое значение путь изучения веса тела (М. И. Виноградов с сотрудниками) и, в особенности, путь биохимического анализа крови, пота и мочи (проф. М. Я. Галвяло, А. Н. Крестовников, В. В. Ефимов, Г. Е. Владимиров, Б. Д. Кравчинский, Гуреев, А. Г. Бергауз и др.). Анализы в этих последних направлениях, по связи с определениями другими методами, дают цельную характеристику состояния организма и его изменений. Именно отсюда можно было сделать практически важный вывод о необходимости «динамизировать» формы труда, опирающиеся преимущественно на «статическую» работу (М. И. Виноградов, Идельчик). Отсюда же освещена проблема водно-солевого режима при работе в горячих цехах (А. Н. Крестовников, М. Е. Маршак, Дукельская, Б. Д. Кравчинский).

Я уже говорил выше об исключительном значении для физиологии приемов биомеханики и циклограммометрии (проф. Н. А. Бернштейн). Нет сомнения, что практическое значение этих превосходных методик детального изучения рабочих движений для физиологии труда будет разрастаться все более. Чтобы сделать биомеханические приемы более портативными для работы на производствах, Казанский институт НОТ разработал приемы так называемого «эргологического» анализа рабочих движений (Сатонин, Берлов и др.), усовершенствовав приемы, предложенные А. П. Бружесом и Михайловым. В эту же группу приемов следует отнести способы изучения тонуса мышц (М. И. Виноградов, М. В. Кирзон, Верещагин и др.), определения хронаксии (Ю. М. Уфлянд, Л. В. Латманисова), изучение тремора (Н. Н. Кудрявцев и др.) и кефалографии (Розенблюм, Ю. М. Уфлянд, В. Г. Куневич и др.).

Из области физиологии органов чувств разрабатывались в особенности приемы физиологической оптики. Изучались поле зрения (периметрия), острота зрения (В. Г. Куневич, Я. А. Шейдин, М. Полякова, А. В. Лебединский), аккомодация и конвергенция (Зильбер и др.). Наконец, известные достижения имеются и в области слуха (Темкин, Бонковский, Козлов и др.).

Большим вниманием физиологов труда пользовалось изучение морфологической картины «белой крови», развитое у нас Егоровым, а также и изучение красной крови. Эти методы дают показательные данные в особенности для тяжелых форм труда.

Есть уже попытки воспользоваться для вопросов физиологии труда открытиями проф. А. Г. Гуревича (С. Я. Залкинд, Родионов, Пономарева и др.) и приемами электрофизиологии (З. И. Чучмарев, В. Н. Мясищев и др.).

Очевидно, что физиология труда находится в периоде проб и искания аналитических путей. Их много, но каждый требует тщательного

приспособливания для работ на производственные темы. Огромного напряжения сил, большой находчивости и экспериментальной настойчивости требовали попытки перенести лабораторные анализы в горячие цеха (Атабекян, Куприц и Семенова, Стожикова), в химические производства (Бергауз, Бабаджан), в кроющую работу (Шпильберг), в работу письмоносцев (Рашевская и Генкин), в металлообрабатывающие промыслы (Строганов, Роговский, З. Золина, М. Алексеева, Спиридонова, В. Ф. Сорокин, Л. П. Залеская и др.), в водолазное дело (Я. А. Шейдин и М. Н. Алексеева). Имена, которые я сейчас привожу, по большей части все наша молодежь, проносившая физиологию труда на своих плечах, завоевавшая ей место в Союзе.

Если в первое время наши физиологи лишь с трудом ориентировались в производственных обстановках, так сказать, сживались с ними, дабы потом нащупать пути для внесения туда привычных физиологических приемов, то впоследствии мы видим их занимающимися вопросами, поставленными самими производствами и хозяйственниками. Так, например, разбирается вопрос о сравнительной физиологической трудности работы ткачих на двух и на четырех станках (Я. А. Шейдин и В. Г. Куневич, Лифшиц и др.), сравнение целостного и дифференцированного труда прядильщиц и ткачих (Н. А. Шустин, М. Полякова, Харченко и др.), сравнение различных способов подбивки балласта (Я. А. Шейдин и Остров), оценка перехода на 7-часовой рабочий день (Карминский, Миллер, Прунис, Сахановский и др.) и т. д.

Дальнейший этап в жизни физиологии труда начался с тех пор, как на нее легла задача ближайшего сотрудничества в общем повышении производительности труда. Сюда относятся исследования, направленные на рациональную организацию режима работы (М. Полякова и Е. Соловьева, В. В. Ефимов и др.), на рационализацию рабочего места и орудий производства (Окунева и Штейнбах, Левиц и Бабаджан, Куневич, Барбашева и др.), рационализацию трудовой установки (Вербов, Бернштейн, Слоним и др.), на рационализацию рабочего отдыха (А. Н. Крестовников, Е. И. Люблина и др.), на вопрос о нормировании труда с физиологической точки зрения (В. В. Ефимов, К. Х. Кекчеев, Э. М. Каган, В. С. Фарфель, В. Г. Куневич и др.).

В настоящее время принимается, что нормирование труда есть вместе с тем и основа организации производства.

Поэтому вопросы нормирования и усовершенствования производства берутся в теснейшей связи друг с другом. И с этой точки зрения на физиологию труда ложатся многие важные задания научной организации труда, как, например: а) участие в организации рабочего дня, рабочего места, орудий производства, трудовой установки и рабочего отдыха; б) детальная разработка разделения труда в применениях к конкретным обстановкам; в) участие в разработке приемов технического нормирования; г) участие в организации женского труда, в производствах труда инвалидов; д) участие в научной перестройке производства в целом так же, как орудий производства. По всем этим разделам уже ведется работа различными учреждениями и лабораториями физиологии труда и, как приходится слышать, со значительным успехом.

Физиология труда, как представительница и отрасль по преимуществу экспериментальной науки, сама есть также по преимуществу экспериментальная дисциплина, притом требующая весьма громоздкого

и сложного аппарата. Обычные физиологические лаборатории могут быть маленькими, небогатыми и более или менее односторонними по своему аппарату и инвентарю, как это бывало и есть у самых плодотворных и выдающихся представителей нашей науки (например лаборатории покойного И. М. Сеченова, нынешние лаборатории Глея и Мейергофа и др.): это оттого, что работа в области физиологии предполагает всегда специализацию школы и руководителя лабораторного исследования в более или менее определенном направлении вопросов. Там это не только терпимо, но и нормально, и нужно. Другое дело лаборатория физиологии труда: ее проблемы не представляют собою точно определенного ряда последовательных и специальных научных заданий с точно очерченными границами, в которые можно было бы углубиться в особенности. Мы видели сейчас, какое огромное разнообразие тем и вопросов ждет срочного участия в помощи со стороны физиологии труда. Оттого лаборатория физиологии труда, в сущности, не может специализироваться — она должна быть готова к самой разнообразной и всесторонней работе на человеке, значит должна содержать аппарат и инвентарь решительно по всем отделам физиологии. Вот эта громоздкость требующегося аппарата и многосложность рабочей обстановки делают физиологию труда подчас недостаточно подвижной, чтобы поспевать за вопросами промышленного развития страны. А практика требует большой подвижности и гибкости, чтобы удовлетворять запросам, идущим из производства. И вот, помимо своего основного призвания быть экспериментальной наукой, физиология труда принуждена широко пользоваться методами наблюдения и теоретического анализа обстановки и условий труда (хронометраж, оценка рабочего места, рабочих движений и позы; статистика заболеваемости, несчастных случаев, рабочего брака на производстве и т. д.), используя эти методы не только как пропедевтику и первую ориентировку к собственно физиологическому исследованию, но и как способы быстрого и практического решения текущих вопросов труда в первом приближении, когда нет возможности довести их до эксперимента.

Перелистывая написанную статью, я вижу, что не был летописцем нашей науки за истекшее пятидесятилетие; не успел стать и ее историком. Что я сумел сделать за срок, который был в моем распоряжении, — это зарисовать контуры и живые эскизы к той картине, которую будет писать будущий историк физиологии в Союзе. Надеюсь, что будущему историку эти исторические эскизы живого участника будут небесполезны.

Прошу принять мою искреннюю благодарность тех дорогих товарищей, которые почтили меня своим доверием и дали материалы о работе, проведенной в их лабораториях; они много облегчили мой труд. Очень благодарен проф. М. И. Виноградову, давшему мне очерк развития физиологии труда за последние годы, который оказал мне большую помощь. И всех прошу простить меня в том, где я мог быть несправедливым.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В ИСТОРИИ СВОЕГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ¹

В русских университетах существовало издавна специальное преподавание физиологии на *физико-математических факультетах*. Положение физиологии среди дисциплин физико-математического факультета ставило ее перед существенно иными требованиями и задачами, чем те, которые существуют для физиологии в общепринятой традиции *медицинских факультетов*. В ряду медицинских дисциплин физиология рядом с нормальной анатомией является пропедевтикой и необходимым введением ко всему тому, чем будет поглощено внимание студента-патолога в течение трех старших лет пребывания в университете и в дальнейшей медицинской работе. Нельзя понять патологического отклонения и аномалий, не зная нормы. Так, по-своему правильно, рассуждает медик и естественно начинает с физиологии, как с учения о норме в медицинском смысле слова.

В ряду физико-математических дисциплин физиология по своему предмету и по составу своих проблем оказывается самой сложной, самой трудной областью естественнонаучного знания, которую приходится отнюдь не начинать, но только *завершать* университетское воспитание натуралиста. Ведь лишь на основании достаточно солидной осведомленности в том, как ставятся современные проблемы в области физики и химии, а также в том, как фактически преобразуются и разнообразятся формы жизни в зависимости от исторических условий, можно войти в современные задачи биофизики, биохимии, так называемой общей физиологии и тем более физиологии развития форм и отправления, физиологии поведения.

Есть свои преимущества и свои недостатки как у той постановки физиологического образования, которая сложилась на медицинских факультетах, так и у той, что стала развиваться на русских физико-математических факультетах. Первая имеет все преимущества наглядности и конкретности своих заданий, близости к непосредственной практике. Но она уступает в теоретической и методологической глубине, предполагаемой при физико-математической постановке. Опыт показал, что наиболее блестящие результаты получались тогда, когда нашим физиологам открывалась возможность пройти и через физико-математическую и через медицинскую школу. Достаточно указать здесь на пример И. П. Павлова, Б. Ф. Вериго, С. С. Салазкина, Г. В. Хлопина, Н. П. Кравкова, А. Ф. Самойлова. В свое время Карл Гегенбауэр писал, что анатомия стала наукой с тех пор, как перестала быть «*ancilla medicinae*». Замысел перенести преподавание физио-

¹ Физиологический журнал СССР, т. 19, стр. 307, 1935.

логии на физико-математические факультеты имел в виду такие же перспективы и возможности для физиологии.

Несомненно, впрочем, что независимо от чисто академического вопроса о тех или иных последствиях для физиологии от переноса ее на физико-математические факультеты на этих факультетах должен был существовать прямой практический спрос на физиологическое преподавание, чтобы могла возникнуть мысль о насаждении его здесь помимо медицинских факультетов. Таким непосредственным инициатором физиологического преподавания на физико-математическом факультете являлась *кафедра зоологии*. Как кафедра ботаники должна была поставить рано или поздно очередной вопрос об организации преподавания *физиологии растений*, так кафедра зоологии нуждалась естественно в преподавании *физиологии животных и человека*.

Кафедра зоологии философского факультета, предусматривавшаяся русским университетским уставом 1835 г., в Петербургском университете в течение 24 лет (до 1861 г.) была возглавлена профессором С. С. Куторгою. Это был превосходный преподаватель с энциклопедической ученостью, успевший охватить своими курсами и зоотомию с систематикой животных, и палеонтологию животных, и историю развития по Ратке, Пуркинье и Валентину, и естественную историю слизняков, иглокожих, полипов, насекомых и человека и, наконец, сравнительную анатомию животных и человека [1]. В лице С. С. Куторги университетские слушатели имели перед собой выдающегося палеонтолога, геолога, зоолога, сравнительного анатома, который в то же время успевал освещать и физиологические вопросы. К этой последней области относится его работа: «О системе Лафатера и Галля».¹

По университетскому уставу 1863 г. прежняя кафедра зоологии разделилась на «две кафедры с тремя преподавателями» [2]. Это были кафедра *сравнительной анатомии и систематики животных*, с одной стороны, и кафедра *анатомии человека и физиологии животных* — с другой. При них намечены три специальных кабинета: 1) зоологический кабинет и лаборатория для препарирования животных, 2) зоотомический кабинет и лаборатория и 3) физиологический кабинет. Этот последний кабинет должен был получать в свое содержание в Петербургском университете 1000 руб. в год, тогда как во всех прочих университетах дотация ограничивалась 750 руб. в год. В первый раз возникающий физиологический кабинет получил свою штатную ассигновку в Петербургском университете в 1866 г. [3]. Устроителем физиологического кабинета был приглашен профессор Ф. В. Овсянников, известный уже в то время работами по сравнительной гистологии ракообразных, моллюсков и рыб [4]. Ф. В. Овсянников, как и его ближайший ассистент Я. Т. Ильешенко, занимался, впрочем, преимущественно сравнительной гистологией. Но в течение 1866—1868 гг. им были привлечены собственно для физиологического преподавания кандидат нашего университета выпуска 1862 г. Н. П. Бакст, успевший в то время сделать важную работу у Гельмгольца [5], и талантливейший И. Ф. Цион, получивший перед тем Монтионовскую премию Парижской Академии наук за открытие депрессорного нерва сердца [6]. Под руководством этих лиц и начались экспериментальные работы по физиологии в нашем университете.

Чтобы иметь представление о том, как шло тогда совместное преподавание «анатомии человека и физиологии животных» (так называлась кафедра, см. выше),

¹ С. С. Куторга. О системе Лафатера и Галля (Библиотека для чтения, 1845).

интересно перелистать протоколы заседаний совета университета, издававшиеся тогда по полугодиям. Обыкновенно проф. Овсянников читал для I курса общий курс анатомии человека, для II — общий же курс физиологии животных, затем для III и IV — специальные курсы физиологии (например, кровь, кровообращение, эмбриология) и в то же время для II, III и IV годов вел практические занятия по гистологии. Приват-доцент, а затем экстраординарный профессор Цион для студентов I курса читал более подробно один из очередных отделов анатомии, а для студентов III и IV курсов — специальные курсы физиологии с практическими занятиями. Приват-доцент Бакст читал студентам III и IV курсов физиологию органов чувств с практическими занятиями. Вот, например, поучительная страничка из жизни кафедры 1873 г.: «Под руководством профессоров Овсянникова и Циона и приват-доцента Бакста студенты II, III и IV курсов занимались практически два раза в неделю в физиологическом кабинете. Занятия эти состояли в практическом ознакомлении с микроскопической анатомией, причем исследовались разнородные ткани животных и человека и обращено внимание преимущественно на технику исследований, на употребление реактивов, освещений, инъекций и т. п.»

Кроме того, студенты занимались специальными исследованиями. Из студентов III и IV курсов занимались под руководством проф. Овсянникова самостоятельными исследованиями следующие: Афанасьев исследовал нервные окончания в коже человека и рыб; Великий исследовал строение центральной нервной системы миноги; Павлов исследовал нервы в легких лягушки. Все эти исследования почти закончены и будут напечатаны. Кроме того, еще занимались: Великий — исследованием физиологического значения мозжечка, Франтов — исследованием четверохолмия и Лебедев — исследованием надпочечных желез. Под руководством Бакста занимались специальным исследованием следующие студенты: Симанович — над световыми и преимущественно цветовыми явлениями при раздражении оптического нерва гальваническим током в различных условиях; Афанасьев — над зависимостью скорости проведения раздражения по нервам от температуры; Игельсон — по вопросу, удовлетворяют ли субъективные явления в глазу законам Дондерса и Листинга [7].

Из документов следующего, 1874, года мы узнаем, что на соискание премии представлена от физиологической кафедры студенческая работа, проведенная под руководством проф. Циона: «О нервах, заведующих работою в поджелудочной железе». Работа награждена золотой медалью. Авторами ее были студенты Ив. Павлов и Мих. Афанасьев [8]. Среди перечисленных здесь студенческих имен мы видим имена будущих профессоров: известного патолога М. И. Афанасьева, физиолога Томского университета В. Н. Великого и, наконец, знаменитого академика И. П. Павлова.

Надо признать, что первое десятилетие физиологического преподавания в Петербургском университете протекало с большим успехом и даже блеском. И тем не менее не профессору и впоследствии ординарному академику Российской академии наук Ф. В. Овсянникову с его блестящими сподвижниками Н. И. Бакстом и И. Ф. Ционом суждено было положить основание физиологической школе Петербургского университета с ее своеобразной физиономией. Как это могло случиться?

Дело в том, что сам Ф. В. Овсянников, один из лучших русских гистологов, призвав себе помощников в физиологическом преподавании в лице Бакста и Циона, со своей стороны, уходил все более и глубже в проблемы гистологии и эмбриологии. Н. И. Бакст продолжал преподавание физиологии органов чувств в университете еще до 1893 г., опубликовав свой «Курс физиологии органов чувств» (СПб., 1886); но двигаться экспериментально в этой области в тогдашней лаборатории Овсянникова он, очевидно, не имел возможности и средств; и он постепенно прекратил свою исследовательскую деятельность, сделавшись членом ученого комитета Министерства народного просвещения. Что касается И. Ф. Циона, его вскоре постигла чрезвычайно своеобразная судьба, заставившая его совершенно оторваться от Петербург-

ского университета, от русской науки и от России [9]. Перед отъездом за границу Ционом издается читанный им курс физиологии, где дана между прочим знаменитая теория нервных торможений, как интерференции импульсов возбуждения [10]. В то же время им публикуется по-французски превосходная по тому времени работа: «Principes d'électrothérapie», увенчанная Институтом Парижской академии. По-немецки издается сводка инструментальных и вивисекционных методов физиологического исследования в двух томах, — сводка, оставшаяся в течение 30 лет в своем роде единственным во всемирной физиологической литературе и непревзойденным руководством для лабораторной практики физиолога [11]. Уже эти работы дают видеть, какого первоклассного профессора лишился Петербургский университет в лице Циона. Напомним здесь еще дальнейшие замечательные произведения Циона в области физиологии: «Les nerfs du cocur» (немецкий перевод, Берлин, 1907), «Das Ohrlabyrinth als Organ d. mathematischen Sinne» (Берлин, 1908), свидетельствующие о том, в каких разнообразных направлениях двигалась научная мысль этого человека.

В 1875 г. Ф. Овсянникову приходится озаботиться приглашением новых сотрудников для физиологического преподавания в нашем университете. Мы видим, как он усиленно хлопочет в это время о расширении средств и инвентаря лаборатории, чтобы сделать ее привлекательной для новых деятелей. В особенности он хлопочет о дополнительных средствах для обеспечения работ по химическому отделу физиологии. В этом направлении он ищет поддержки своим ходатайствам перед Советом университета со стороны профессора А. В. Советова.

«Теоретическое преподавание физиологии, как это было в прежнее время, теперь немисливо,—пишет Овсянников в своем представлении физико-математическому факультету 22 марта 1876 г., — а потому возникла потребность в приобретении разнородных, дорого стоящих снарядов и инструментов. Длинный ряд опытов, совершаемых над животными, приобретение, содержание и кормление которых требуют сравнительно больших расходов; суммы же, получаемые физиологическим кабинетом, настолько ограничены, что профессор лишен возможности приобрести многие из необходимых для опытов инструменты. Ввиду этого обстоятельства преподавание экспериментальной физиологии не может иметь той надлежащей полноты, какой требует современная наука» [12]. Затем 27 сентября 1876 г. Овсянников и Советов совместно ходатайствуют об учреждении химического отдела физиологической лаборатории: «Лаборатория крайне нуждается в приспособлениях химического характера, так как в ней нет ни посуды, ни реактивов, ни наиболее употребительных рабочих и измерительных снарядов. Приобретение их составляет неотложную необходимость» [13].

На основании этих ходатайств содержание лаборатории увеличивается приказом попечителя с 1000 до 2500 руб. в год, а затем дополнительно дается 1000 р. из остатков хозяйственных и специальных средств университета.

Кого же имеет в виду пригласить Овсянников в расширяющуюся лабораторию? По всему видно, что новый работник заинтересован, в особенности экспериментально, в области химической физиологии. Намеченный к приглашению кандидат был профессор И. М. Сеченов, который уже в 1873 г. развертывает в Одессе усиленную работу над вопросом, в каком состоянии находится угольная кислота в крови. Это — та знаменитая серия работ Сеченова, полная новизны и неослабывающего интереса как для химиков, так и для физиологов, которой суждено было поглотить почти полностью двенадцать лет пребывания И. М. в Петербургском университете и закончиться уже в Москве в середине девяностых годов.

В 1876 г. И. М. Сеченов вступает в личный состав физиологи-

ческой кафедры Петербургского университета в качестве сверхштатного ординарного профессора [14].

В том же году Сеченов объявляет специальный курс физиологии по 4 лекции в неделю для студентов III и IV годов со специальными практическими занятиями. Лаборантами делаются Я. М. Чистосердов и В. Н. Великий, хранителем кабинета — А. М. Фортунатов. В следующем, 1877, году физико-математический факультет регламентировал для отделения естественных наук следующие самостоятельные специальности: 1) химия, 2) биология (по преимуществу группа морфологических дисциплин), 3) физиология (специальные курсы физиологии с практикумом по анатомии растений), 4) агрономия [15].

Как видим, И. М. Сеченов сразу дал себя знать теми новыми чертами в постановке физиологии на физико-математическом факультете, которые естественно должны отличать ее здесь, среди физико-математических и натуралистических дисциплин, от традиционной постановки ее у медиков. Замечательным образом специальность физиологии животных и человека намечает объединение, методологическое и организационное, с физиологией растений, противопоставляясь установкам морфологической биологии. При этом вспомним, что в текущих экспериментах Сеченов вел себя как пионер нарождавшейся физической химии в ее приложении к физиологии, а в своем лекционном изложении он нередко прибегал к распространенной математической выкладке для развития своей мысли. Словом, под руками Сеченова физиология впервые начинала находить то специальное место и специальный характер, которые принадлежат ей по существу среди дисциплин физико-математического факультета. Если исторически было так, что лишь через зоологию и через посредство зоологической специальности физиология вкоренилась в состав русских физико-математических факультетов, то по существу и по смыслу вещей лишь зоофизиология и фитофизиология дают конкретную и наглядную увязку зоологии и ботаники с основными дисциплинами и методами физико-математического факультета.

И именно И. М. Сеченову с его учениками суждено было положить начало тому своеобразному складу физиологического искания экспериментирования, которое развилось в университетскую физиологическую школу Ленинграда с ее дальнейшей судьбой.

И. М. Сеченов принес с собой в Петербургский университет *два направления проблематики*. Во-первых, то направление, которое связано с его прежними работами и открытиями в области центральной иннервации нервного торможения и значения рефлексов головного мозга в поведении животного и человека. Во-вторых, то направление, которое занимало его в особенности в эпоху перехода из Новороссийского университета: это — механизмы газового обмена через посредство жидких сред организма.

В первом из этих направлений сам И. М. дал за новый, петербургский период своей деятельности всего четыре работы, посвященные в особенности гальваническим явлениям в мозговом стволе лягушки и их физиологическому торможению [16]. В этой области, касающейся физиологии нервной системы, процессов возбуждения и торможения в ней и электрофизиологии, И. М. Сеченов теперь главным образом отдавался преподаванию, наводил учеников на работу, сам же работал относительно мало.

Во втором направлении он по преимуществу работал сам и искал новых путей, обходясь почти без сотрудников. Здесь за новый, петербургский период Сеченовым даны 24 работы на русском и немецком языках, опубликованные преимущественно в журнале Русского

физико-химического общества с 1877 по 1888 г., в Pflüger's Archiv и в Мемуарах русской Академии наук [17].

Кроме того, за время пребывания во главе Петербургской университетской лаборатории И. М. издал пресловутые «Элементы мысли».¹

Вспомним здесь основные результаты знаменитых абсорбцио-метрических исследований Сеченова над газами крови. Присутствие углекислых и фосфорнокислых солей в крови ведет к тому, что она оказывается способной, во-первых, поглощать во много раз более CO_2 , чем вода, при прочих равных условиях, и, во-вторых, отдавать поглощенную CO_2 при простом откачивании в вакуум. Сеченов предпринял систематическое сопоставление эквивалентных по поглощаемому действию количеств различных солей в одинаковых объемах воды. Такое сопоставление различных солевых растворов показало, что CO_2 может завладеть в растворе все относительно большим числом химических средств, по мере того, как раствор разбавляется водой и по мере того, как ослабевают кислоты, с которыми приходится конкурировать за основание. Возрастающее диссоциация соли в растворе увеличивает способность поглощения CO_2 . С другой стороны, из оснований в солях наиболее благоприятным для поглощения CO_2 при прочих равных условиях оказывается аммоний.

С переходом в Петербургский университет Сеченов стал искать обобщения найденной зависимости, распространяя исследование на водные растворы из нескольких солей одновременно и на растворы солей в других растворителях. Обнаружилось, что добавка новой соли к прежнему поглотительному раствору уменьшает способность поглощения CO_2 , так же, как и возрастание концентрации прежней соли. И. М. стал склоняться к мысли, что поглотительная деятельность раствора в отношении CO_2 зависит собственно от поглощающей способности растворителя, тогда как соль является не только содействующим, но и ограничивающим фактором для поглощения по мере своей жадности к тому же растворителю. Между солями слабых органических кислот и солями крепких минеральных кислот в отношении их влияния на поглощение CO_2 раствором принципиальной разницы нет. По мере разбавления раствора соли сильной минеральной кислотой соль начинает освобождать свои основания навстречу CO_2 , подобно тому, как это было установлено для солей угольной и уксусной кислот. И. М. сознавал, что в своей физиологической области он подошел вплотную к некоторой очень важной и общей химической закономерности, еще неизвестной современной ему химии. Получался еще раз убедительный пример того, что если физиология есть химия и физика в приложении к живому субстрату, то в свою очередь для химии и физики она — наводителница на совершенно новые закономерности, которые, вероятно, так и оставались бы неподмеченными, если бы наука не столкнулась с ними по поводу сложнейших задач биохимии и биофизики. Однако обобщить и формулировать эту новую для самих химиков закономерность в поведении растворенных солей относительно поглощаемого газа было делом для физиолога чрезвычайно релегким; и оно не удавалось И. М. за все его пребывание в петербургской лаборатории. Уже потом, в Москве в 1891—1893 гг., И. М. нашел путь к завершению своей многолетней задачи, которая начинала его мучить. Ход экспериментальной мысли вел его к тому, что потом стали на-

¹ «Элементы мысли» (Вестник Европы, 1878, № 3 и 4), «Учение о несвободе воли с практической стороны» (Там же, 1881, № 1) и «Физиологические очерки» (СПб., 1884).

зывать физико-химическим законом распределения вещества между двумя растворителями [18].

Можно отметить здесь признаки того, что мысль И. М. Сеченова второго, петербургского, периода его деятельности заглядывала еще дальше в предстоящие физико-химические перспективы физиологии. Мы видим, что один из ближайших его учеников того времени В. П. Михайлов начинает работать над студенистым состоянием белковых веществ, посвящая этому предмету потом и свою диссертацию (СПб., 1888); он же изучает катализаторов оплотнения белков; подходит к микробиологическим задачам с точки зрения ферментологии. Биохимический отдел сеченовской лаборатории предвидел проблемы также и коллоидной химии.

В 1878 г. в лаборатории Сеченова появляются лаборант Костенич, только что окончивший молодой кандидат Михайлов и студент Введенский [19]. Последний был уже 26 лет от роду. Дело в том, что он побывал уже студентом университета в 1872—1874 гг., но с осени 1874 г. был арестован в Калужской губернии за «хождение в народ», затем привлечен по процессу 193-х и лишь в 1878 г. мог снова поступить в университет, оставаясь под негласным надзором полиции.

В 1879 г. кандидат Михайлов начинает работать над колориметрией крови и готовится к магистерскому экзамену, а вновь окончивший кандидат Введенский представляется к исполнению должности хранителя зоотомического кабинета. Устроив таким образом Введенского временно у своего соседа проф. Н. П. Вагнера, Сеченов одновременно представляет его работы по физиологии нервных центров к премии в память I съезда русских естествоиспытателей и врачей. Дело шло о двух замечательных для своего времени работах начинающего Н. Е. Введенского: «О дыхательной периодичности и иннервации движения *ganae temporariae*» и «О влиянии света на возбудимость животных» [19]. В чем был замысел первой из этих работ? Нужно обратить внимание, что в последующие затем годы И. М. Сеченов дает аналогичную в некоторых отношениях тему другому своему ученику — В. П. Михайлову, несколько отрывая последнего от его прямых заданий в области химической физиологии: «Периодическая деятельность *p. vagi* на сердце» [20]. По всей видимости, дело шло о проблеме, сильно занимавшей Сеченова в те времена; и проблема эта была связана, повидимому, с наблюдениями И. М. над периодическими подъемами гальванической деятельности в продолговатом мозгу лягушки. Что это — спонтанные или рефлекторные подъемы центральной деятельности? И как они сказываются на ходе периферических иннерваций? Как реагируют на текущие раздражения центры в периоды относительно длительного «тонического возбуждения», отвечающего периоду подъема электрического потенциала?

Работы Н. Е. Введенского дали сами по себе замечательные результаты. «Когда оба *p. vagi* или *laryngei sup.* находятся в тоническом возбуждении, приходящееся на это время краткое и умеренное раздражение чувствующего нерва вызывает такой результат, как будто раздражение было приложено к самому тонически возбужденному нерву. Когда такое раздражение, например, механическое в коже или электрическое в стволе седлищного нерва, прикладывается на препарате лягушки после односторонней перерезки того и другого вагуса, получающаяся реакция соответствует эффекту раздражения *laryngei sup.*, т. е. представляет собой замыкание голосовой заслонки, сужение носовых отверстий, сокращение *m. petrohyoideus post.* и *ant.* и т. д. Когда же сенсор-

ное раздражение приходится на время тонических возбуждений дыхательного прибора под влиянием механических или химических раздражений в наличии неповрежденных пп. *vago* и *pn*, то то же самое раздражение сенсорного нерва ведет прежде всего к остановке или замедлению дыхательных движений, а затем к усилению бывших до раздражения дыхательных движений без изменения их типа. Позже, когда возбуждение п. *vagi* становится слабее и последовательный ряд дыхательных движений прерывается длинными паузами, то же прежнее раздражение вызывает во время паузы выдыхательный тетанус или преждевременный ряд выдыхательных движений» [22]. Как видим, предварительная установка нервных центров в сторону той или иной реакции предопределяет в ее пользу очередные рефлекторные эффекты на разнообразные текущие раздражения. Такая рефлекторная установка является следствием предварительного длительного тонического возбуждения в соответствующих центрах. Именно им определяется повышенная возбудимость центрального прибора в сторону определенного эффекта. Вторая работа молодого Введенского показывает, что такая длительно повышенная возбудимость в центрах может создаваться слабыми подпороговыми влияниями среды, например, действием света.

Временная служба в соседнем зоотомическом кабинете почти не отрывала Введенского от продолжения основных физиологических работ. У Н. П. Вагнера приходилось только расклеивать ярлыки на банках с препаратами, все вновь доставлявшимися с Белого моря. В лице В. П. Михайлова и Н. Е. Введенского Сеченов готовил себе очевидно ассистентов по обоим разделам своей работы в Петербургском университете: первого — по физиологии растительных процессов и химической физиологии, второго — по физиологии нервной системы. Костенич, Фортунатов и другие отходили на анатомические и эмбриологические работы у проф. Овсянникова.

В 1882 г. в лаборатории Сеченова появляется новый талантливый работник, студент Б. Ф. Вернго.

Наступали годы очень интенсивной работы учеников Сеченова. Непрерывно работая в зимние месяцы в его лаборатории, Введенский успевал приработать на стороне небольшую сумму для поездки на летние сезоны к Гейдегайну, затем к Дюбуа Реймону. В лаборатории этого последнего Введенский делает важное открытие: возможность телефонического выслушивания токов действия и их ритмов в нервном стволе. Дальнейшее сравнение телефонограмм от нерва и мышцы наводит на открытие неутомляемости нервного проводника. С другой стороны, сопоставление высоких ритмов, с которыми возбуждения следуют в нервном проводнике, с теми относительно длительными тоническими возбуждениями в центрах, которые интересовали молодого автора перед этим в дыхательном приборе, вели Введенского к проблеме взаимодействия нервных элементов различной рабочей подвижности (физиологической лабильности): с одной стороны, приборов, развивающих и заканчивающих в себе последовательные процессы возбуждения относительно медленно, и, с другой стороны, приборов, способных развивать и заканчивать в себе быстро следующие друг за другом не изменяющиеся от времени импульсы возбуждения. Прошлая работа с дыхательным центром начинает теперь приобретать тот смысл, что ритм импульсов, бегущих по сенсорным нервам, способен создавать подкрепление (корроборацию) для тех длительных возбуждений, которые успевают сложиться в ганглиозных клетках. В зависимости от того, что встречают импульсы на центральных путях, они ведут к суще-

ственно разнообразным конечным реакциям. В таком случае естественен вопрос, не могут ли в других условиях своего влияния на области тонического возбуждения те же импульсы вести не к подкреплению и корборации, но к угнетению? Не связаны ли подкрепление и торможение непрерывными переходами между собой? Вот — вопросы, перспективно вырвавшие перед мыслью Введенского. В те же годы Вериго закладывает основы учения о катодической депрессии, как специальном физиологическом состоянии, эволюционирующем из замыкательного каталектротона. В другом месте я освещаю более подробно вопрос о том, как эти две струи исследования, самостоятельно и как будто независимо друг от друга зародившиеся в лаборатории Сеченова, в действительности глубоко влияли одна на другую и как уже в те времена у Введенского зарождались начатки учения о *парабиозе* [23].

В 1884 г. начинается чтение лекций в университете приват-доцент Н. Е. Введенский [24]. На него возлагается также практикум по мышечно-нервной физиологии. Защищена его магистерская диссертация: «Телефонические исследования в мышечных и нервных аппаратах» (СПб., 1884).

Между тем над университетской жизнью пронесется административная ломка по введению устава 1884 года. В то время как преподавание физиологии, как мы видели, давно уже успело сложиться так, что выделилась самостоятельная от зоологии кафедра, которая со времени Сеченова приобрела даже еще более органическую связь с прочими дисциплинами физико-математического факультета, чем кафедры морфологические, новый устав требовал редукции текущей работы к исходному состоянию: он предполагал *единую кафедру «Зоологии, сравнительной анатомии и физиологии»* [25]. Правда, это не повлекло закрытия физиологического кабинета. Ему предоставлено отдельное существование с зоологическими и зоотомическими кабинетами. Но так или иначе наши физиологи очень долго после того, почти до самой империалистической войны 1914 г., чувствовали следствия того, что физиология у нас на факультете не составляет самостоятельной кафедры, а является *пристязанием* кафедры зоологии. Это внесено уставом 1884 года.

В 1885 г. оказываются отчисленными из штатов университета за выслугой сроков профессора Ф. В. Овсянников и И. М. Сеченов. Они, впрочем, оставлены при университете сверх штата. Проф. Ф. В. Овсянников тогда же отказывается читать свои курсы. Приват-доцент Фортунатов и Великий ходатайствуют о передаче первому курса анатомии, а второму — гистологии [26]. Несутся в правление университета жалобы на крайнюю ограниченность годового бюджета лаборатории, бедность инструментария, тесноту помещения в непосредственном соседстве с зоологами. В общем чувствуется, что уравновешенная до сих пор жизнь физиологов возбуждена и нарушена в своей рабочей колее. Однако научно-учебная работа идет более или менее своим чередом.

И. М. Сеченов читает на этот раз «мышцы и нервы» 5 часов в неделю, приват-доцент Введенский — специальный курс «Методы раздражения и регистрации» 2 часа в неделю, приват-доцент Михайлов — специальный практикум по физиологической химии 2 часа в неделю, приват-доцент Бакст — специальный курс физиологии органов чувств 2 часа в неделю. Практические занятия ведутся Введенским и Михайловым. Из новых студентов работают Г. Хлопин, Б. Орнштейн и С. Шуенинов. Первый из них — это будущий известный профессор-гигиенист Г. В. Хлопин. Второй и третий — важные сотрудники Введенского в текущем обследовании оптимума и пессимума тетанического раздражения в зависимости от частоты и силы последнего.

В 1886 г. И. М. Сеченов настойчиво требует расширения помещений и финансирования для лаборатории. Новый устав делает практикумы по физиологии обязательными. Оттого молодежи приходится вчетверо больше, чем допускает нормальное число рабочих мест в лаборатории. «Практические занятия ведутся в той же комнате, где читаются лекции, и самые занятия обставлены ограниченно за недостаточностью сумм, отчисленных на физиологическую лабораторию» [27]. В это время Введенский дописывает и защищает свой докторский трактат «О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе» (СПб., 1886). Михайлов с Хлопиным публикуют замечательную работу «О студенистом состоянии белкового вещества» [28]. Среди новых студентов-работников появляется Н. П. Кравков, будущий известный профессор-фармаколог Военно-медицинской академии.

Я остановлюсь еще подробно на следующем, также очень тревожном для лаборатории 1887 года, поскольку обстановка этих лет, и особенно этого года, поясняет, как назрело у И. М. Сеченова решение уйти из Петербургского университета при всем том, что здешняя лаборатория была по преимуществу его детищем и здесь он «качественно сделал в сущности больше, чем в какой-либо из прежних лабораторий» [29]. Помимо провала его кандидатуры в Академию наук [30] в этом же году имел место следующий колоритный инцидент:

«Г. попечитель учебного округа представил г. министру народного просвещения ходатайство об удостоении ординарного профессора Сеченова звания заслуженного профессора с зачетом в 25-летний срок выслуги на сие звание прежней свыше 10-летней службы его в Медико-хирургической академии. Вследствие сего министр народного просвещения предложением от 29 ноября за № 17164 уведомил, что ввиду положительного закона, изложенного в ст. 106 общего устава императорских российских университетов 24 августа 1884 г., по которому для удостоения звания заслуженного профессора требуется выслуга 25 лет в должности преподавателя университета, его высокопревосходительство не считает себя в праве удовлетворить означенное ходатайство собственно властью. Сего рода ходатайство как выходящее из пределов закона могло бы быть удовлетворено лишь по особому высочайшему соизволению, но не иначе, как с согласия на то министра финансов, а так как по сделанному уже сношению со стороны управляющего министром финансов не последовало согласия на зачет академической службы названного профессора в университетскую службу для удостоения его звания заслуженного профессора университета, то представляется невозможным и повергать вышеизложенное ходатайство на высочайшее воззрение» [31].

Проф. Бекетов побуждал совет просить министра народного просвещения об исключении для Сеченова а ввиду его особых заслуг. Но проф. Сеченов на заседании совета 20 января 1888 г. просил внести в журнал, что он просит совет не давать хода заявлению проф. Бекетова [32]. Как бы ни было весело то настроение, которое вызывается в наблюдателе этим «делопроизводством» и столь стильным «отношением» чиновного мира, оно подбавило в И. М. начавшее копиться в нем недовольство петербургскими условиями работы. Близкие к нему люди стали замечать в нем как бы недовольство самим собою [33]. Это впечатление как будто подтверждается автобиографией И. М., когда он пишет, что пребывание в Петербургской лаборатории стало ему казаться бесцельным вследствие сознания, что в сложившихся там условиях у него нет средств завершить многолетнюю работу с CO_2 и показать, что дело идет не о частном случае, касающемся только этого газа, но об общем законе, имеющем силу и для других газов [34]. Между тем обыденная жизнь лаборатории продолжалась.

Сеченов читал теперь физиологию растительных процессов — 5 лекций в неделю при ежедневных практических занятиях у Введенского и Михайлова. Privat-доцент Введенский читал два курса: Методы раздражения и регистрации и фи-

зиологию нервных центров; приват-доцент Михайлов — специальный курс физиологической химии, качественный и количественный анализы крови, превращение веществ при пищеварении; приват-доцент Бакст — органы чувств. Великий вел занятия по гистологии и микрофизиологии. Своим порядком шли работы по анатомии.

Последнее решение об отъезде из Петербурга созрело у Сеченова все-таки достаточно неожиданно. Еще в весеннем полугодии получает удовлетворение ходатайство профессора Ф. В. Овсянникова о разделении физиологического кабинета на *собственно физиологический* (под заведыванием И. М. Сеченова) и на *анатомио-гистологический* (под заведыванием его, Овсянникова), [35], а осенью этого года Сеченов у разрешается отпуск на текущий семестр с возложением чтения курса на Н. Е. Введенского и В. П. Михайлова [36].

В мае 1889 г. во главе физиологического кабинета, разделившегося с анатомио-гистологами, становится Н. Е. Введенский в звании экстраординарного профессора.

С какими проблемами теоретического и экспериментального значения вступил Н. Е. Введенский в управление лабораторией Петербургского университета после своего учителя И. М. Сеченова?

Н. Е. Введенский в это время и во всю последующую жизнь свою в лаборатории разрабатывает главным образом две проблемы, завещанные предыдущей историей лаборатории. Это, во-первых, *сеченовская* проблема нервного торможения рефлексов как особого отправления нервных центров, регулирующего и направляющего значения для рабочих актов мускулатуры. Во-вторых, это проблема, оставленная петербургской лабораторией еще Ционом; не есть ли торможение производный эффект взаимодействия возбуждений, наподобие того, как, например, интерференция есть результат встречи и взаимодействия двух серий ритмического волнения?

Первая из этих проблем получила уже в те годы (1889—1890) прочное признание не только среди физиологов, но и в широких кругах, прикосновенных к психологии. Почти в любом учебнике психологии можно было читать о «тормозящих центрах» головного мозга, а психиатры и адвокаты весьма охотно приписывали дефекты поведения ослаблению «центральных задержек». Продолжала сказываться вновь и вновь потребность оградить процесс физиологической задержки от смещения с утомлением, истощением, различными видами утраты работоспособности. Требовалось методологически выявить и укрепить самый состав понятия торможения в его конкретном применении. Какие практические и деловые мотивы побуждают экспериментаторов говорить о торможении как об акте самостоятельного значения независимо от дефекта и утраты работоспособности? И каковы закономерности торможения?

Что касается второй проблемы — генетически увязать акты торможения с изучавшимися до сих пор актами обыкновенного возбуждения, то при всей своей естественности она не обратила на себя должного внимания в начале 70-х годов, когда была высказана Ционом, и вплоть до Введенского не получала движения. Преобладающее большинство физиологов довольствовались и продолжает еще довольствоваться для каждого отдельного случая торможения констатированием, с какого нерва или центра оно получается, а на вопрос, почему же оно получается, дает убедительный ответ: потому что есть тормозящий нерв и тормозящий центр. Такое состояние переживалось в истории почти каждой научной проблемой, пока она молода; и если большинство все еще довольствуется в проблеме торможения примитивным эмпиризмом и логическими кругами, то это само по себе свидетель-

ствует, как незрело еще в самом деле физиологическое учение об актах срочной задержки функций. Можно, конечно, оставаться в положении чисто описательной работы в науке и довольствоваться приметам: такой-то нерв или такая-то центральная область при своем раздражении дает всякий раз торможение такого-то движения или сокоотделения. Но мы отдаем себе отчет в том, что научного объяснения тут нет. Приметы очень почтенны и уместны, пока ими пользуются для ближайшей практики, но они теряют законность, как только их принимают за объяснение. «Тормозящая сила», «тормозящая субстанция», «тормозящий центр» в качестве объясняющей причины для эффектов нервной задержки без дальнейшей мотивировки превращаются в *qualitas occulta* («скрытое качество») средневековых ученых. И «тормозящие центры» и «эксито-тормозящие действия» рефлекторных дуг или блуждающего нерва осуществляют свои влияния не иначе, как по мере развития в них процессов возбуждения. Значит подлинно научная проблема в каждом отдельном случае в том, чтобы уяснить, каким образом процесс возбуждения приводит к торможению, или превращается в торможение.

Мысль, что торможение следует понимать как своего рода *интерференцию возбуждений*, была в качестве первого приближения без сомнения замечательна. Но вместе с тем для уха русского ученого она сразу же и сомнительна, поскольку со словом «интерференция» мы привыкли соединять мысль о строго определенном физическом процессе со всеми вытекающими следствиями. Гораздо проще может чувствовать себя здесь англичанин, для которого «*to interfere*» не звучит непременно как физический термин и имеет более обыденный смысл: вмешиваться, вступаться, сталкиваться, соперничать. Отсюда Шеррингтон мог сказать, что «всякое замещение одного рефлекторного эффекта другим может быть названо интерференцией» [37].

Н. Е. Введенский оказался в исключительно благоприятных условиях для экспериментальной постановки проблемы Циона с тех пор, как в его руках телефон дал возможность держать под отчетом фактические ритмы возбуждений в нервных проводниках и сопоставлять с этими ритмами, с одной стороны, ритмы токов действия в исполнительных органах (эффекторах), а с другой — ритмы возбуждений в центрах. Очень скоро открылось, что говорить о простом распространении правил физической интерференции на процессы взаимодействия эксцигаторных ритмов в тканях не приходится. Процессы столкновения отдельных возбуждений в одном и том же физиологическом субстрате в один и тот же момент времени подчиняются вполне самостоятельным законам и требуют специального изучения.

Мы видели, что еще выполняя задания И. М. Сеченова, Н. Е. должен был прийти к сопоставлению относительно редких периодов возбуждения в дыхательном центре лягушки с высокими ритмами импульсов, которые рождаются при раздражении в нервных проводниках. Неизбежно возникал вопрос о том, как отдельные импульсы из этих высоких ритмов должны развивать свое влияние на центры, заставляя в последних ту или иную степень начавшегося или еще не закончившегося возбуждения. Последний миографический результат должен быть лишь внешним выражением или следствием тех электрофизиологических преобразований возбуждения в центрах, которое складывается при набегающей частых импульсов на инерционно действующий субстрат центра. Если нерв есть в широких пределах точный воспроизводитель прилагаемых к нему высоких ритмов раздражения, то более инерционная возбудимая система на пути возникающих частых импульсов должна бу-

дет давать место разнообразным комбинациям местного возбуждения с возбуждениями, вновь приходящими. Изучить эти комбинации и их результаты еще для периферического нервно-мышечного прибора, где высоко подвижный нерв принужден передавать свои ритмы инерционной системе мышцы, — вот задачи докторской диссертации Введенского с характерным заглавием: «О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе» (1886). Из множества новых вопросов, которые предлагались этой замечательной книгой вниманию будущего экспериментатора, приходится отметить в особенности учение об «интервале невозбудимости», который обнаруживается всякий раз, как последующий импульс приходит в ткань слишком скоро за предыдущим. Тогда он как бы теряется для ткани, не успевая произвести в ней легко уловимого эффекта. Истолковывая этот «интервал невозбудимости» как следствие взаимных электротонических влияний двух, слишком близко сошедшихся во времени моментов раздражения, автор отмечает затем момент «выгодного полярного последствия», или экзальтационную фазу, когда последовательные импульсы расставлены во времени более значительно. Они уже не угнетают, но взаимно подкрепляют свои эффекты в ткани. Таким образом *интервал раздражения*, с одной стороны, и *интервал продолжительности возбуждения* в данном субстрате, с другой стороны, могут вполне однозначно предопределять собою текущий конечный эффект раздражения от угнетения до экзальтации. При этом, однако, интервал возбуждения нельзя понимать как неподвижный, раз навсегда предопределенный для данной ткани индекс. Он изменчив и подвижен на ходу реакции в ткани и в зависимости от истории ее раздражения. Вследствие этого очень часто можно наблюдать, что один отдельный импульс, приобретший угнетающее значение, тормозит не один лишь ближайший в ряде приступ возбуждения, но целую группу очередных приступов возбуждения: три, четыре и более. Оттого трансформация и торможение одного ритма импульсов другим ритмом их отнюдь необязательно сводится на снижение действующего ритма на октаву, терцию и т. д., но может сплошь и рядом становиться стойким, неколебательным торможением. Таким образом «необходимо ставить вопрос о значении *интервала раздражения в самой общей форме*» [36]. Интервал, притом, надо брать не просто как отрезок времени; это сложный по своему физиологическому содержанию и переменный по продолжительности период урегулированных событий в деятельной ткани. «С интервалом раздражения связаны и какие-то другие изменения... которые могут обнаружить влияние не на одном ближайшем, но в известной степени также и на последующих затем возбуждениях» [37]. При передаче импульсов с нерва на инерционную систему мышцы физиологическое значение интервала и его изменений сказывается в наличии оптимума и пессимума частоты и силы раздражения. Явления пессимума, возникающие всякий раз, как интервал раздражений становится ощутительно короче интервала, требующегося для завершения приступа возбуждения в наиболее инерционном звене действующего прибора, соответствует по смыслу своему процессу торможения. В соотношениях между частотами и силами импульсов, с одной стороны, и интервалами отдельных возбуждений в субстрате, с другой, даны количественные условия, «модифицирующие эффекты не только количественно, но и качественно» [40]. *Торможение есть всего лишь качественная модификация процесса возбуждения в зависимости от количественных условий протекания последнего.*

Очевидно, что трактат 1886 г. о тетанусе представлял собой обширную программу для дальнейших исследований. И лаборатория

Введенского надолго занята разработкою вопросов, возбужденных телефоническими исследованиями и данными об оптимуме и пессимуме. Сам Введенский занят теперь в особенности тем очень интригующим вопросом, почему и как отдельный тормозящий импульс в тормозящей серии импульсов может сделаться достаточным для снятия нескольких очередных импульсов тормозимого ряда. Как торможение может продолжаться в виде неколебательного процесса? Это ряд работ, которые повлекут нашего ученого в последующие годы к созданию учения о *парабиотическом возбуждении*. Поэтому работы самого Введенского и его учеников до 1901 г. естественно будут понимать, как постепенные приближения к будущему оформленному учению, т. е. как *препарабиотика*. Дальнейший период после 1901 г., т. е. после появления трактата «Возбуждение, торможение и наркоз», мы будем называть общим именем: «парабиотика». А в общем вся столь редкая по единству своего идеологического развития ученая жизнь Н. Е. Введенского естественно распадается на четыре преемственных цикла исканий: *telephonica*, 2) *optima* и *pessima*, 3) *praeparabiotia* и 4) *parabiotica*^[41]. Из них два первых цикла протекали еще в лаборатории И. М. Сеченова. Третий стоял теперь на очереди.

В 1889 г. Введенский возвращается к изучению дыхательного ритма при раздражении нервов. С обновленным интересом подходит он теперь к тем длительным, неколебательным торможениям, которые здесь иногда получаются при импульсах с блуждающего нерва, тогда как для того же дыхательного центра так характерны длительно развивающиеся периоды возбуждения, а Траубе получил здесь длительные возбуждения при раздражении именно вагуса. Ученики Введенского заняты в особенности мышцей и нервом: Келлер изучает отягощение мышцы как ее раздражение; Сент-Илер исследует вариации эффектов в мышце под влиянием постепенного подсыхания нерва; Стреховский телефонически изучает электротонические изменения в нерве. В. Н. Великий защищает диссертацию о лимфатических сердцах.

С 1890 г. вступает в обязанности лаборанта Ф. Е. Тур. В. П. Михайлов **уезжает** в заграничную командировку на 2 года^[42]. В личный состав лаборатории **входит** в качестве приват-доцента М. Э. Мендельсон. Со следующего года он получает поручение читать курс общей и сравнительной физиологии нервных центров с практическими занятиями. Продолжает читать приват-доцент Бакст — органы чувств.

Введенский читает теперь целых три курса: 1) мышцы и нервы, 2) растительные процессы и 3) физиологическую химию.

Экспериментально Введенский выясняет телефонические ритмы в мышце при нормальном возбуждении и при возбуждении вследствие раздражения моторной зоны коры полушарий^[43]. К тому же времени для Введенского становится ясным, что нервно-мышечный прибор, как воспроизводитель ритма импульсов возбуждения с нерва, должен рассматриваться не как прибор о двух функционально различных звеньях (нерв → мышца), но как прибор о трех звеньях (нерв → концевая пластинка → мышца); при этом прибор, наименее подвижный, от которого зависит первое возникновение тормозящих эффектов при учащении нервных импульсов, является именно промежуточным звеном — концевой пластинкой^[44].

Характерным образом *ограничивающий фактор* для беспрепятственного воспроизведения прилагаемого ритма стимулов оказывается заданным в *промежуточном звене* проводящей цепи. Это бросает новый свет на роль нервных центров как *посредников проведения* и как *специальных факторов торможения* в рефлекторной дуге.

Мы убеждаемся таким образом, что к 1892 г. в понимании Н. Е. Введенского уже вполне отчеканилось значение относительного интервала возбуждения в последовательных звеньях проводящей цепи: участок на пути проведения теряет возможность воспроизводить приходящие ритмы импульсов, если интервал, требующийся для завершения возбуждения в нем, превышает интервал между приходящими импульсами. Тогда данный участок будет по необходимости трансформировать и тормозить в большей или меньшей степени текущий ритм стимулов. И именно в 1892 г. Введенский формулирует «закон относительной лабильности» (относительной рабочей подвижности), составляющий едва ли не главную и определяющую линию для всей последующей работы Ленинградской университетской школы физиологов. Я имею в виду работу «Des relations entre les processus rythmiques et l'activité fonctionnelle de l'appareil neuro — musculaire».¹

«Под именем лабильности я понимаю большую или меньшую скорость элементарных реакций, сопровождающих рабочую активность. Чтобы упростить дело, я принимаю за меру лабильности наибольшее число электрических осцилляций, которое может воспроизводиться данным физиологическим прибором в секунду в полном количественном соответствии с ритмом максимальных раздражений. Именно закон относительной лабильности нервно-мышечного прибора регулирует все явления, вызываемые электрическим прерывистым раздражением, будут ли это эффекты рабочей активности или ее остановка в состоянии торможения. Когда стимуляция нерва учащается до пессимума, сохраняя прежнюю силу, нервные окончания впадают в состояние полной невозбудимости. Это — физиологический эквивалент кураризации. Мышца в этот момент становится недоступной для импульсов с нерва, расслабевает полностью и переходит к восстановлению своих сократительных сил».

В 1892—1893 гг. Ф. Е. Тур дает важную работу над нервом: непрерывно возбуждающийся нерв, судя по гальванической реакции, переживает не меньше время, чем нерв покоящийся. Значит утомляемость его вне сомнения. Введенский впервые переносит исследование с нервно-мышечного прибора на нервно-секреторный: оптимум и пессимум устанавливаются также и для слюнной железы [45]. Опять и опять Н. Е. возвращается к вопросу о том, как следует принципиально представлять себе «интерференцию» в физиологическом пути проведения, если уже применять вообще этот термин. Поводом служит одновременное параллельное наблюдение эффектов нерва в телефоне, в зеркальном гальванометре и на миограмме. «Три индикатора деятельности нерва, — телефон, гальванометр и мышца, — свидетельствуют каждый своим языком и в основном согласны в своих показаниях, давая нам знать, что встреча волн возбуждения в нерве сопровождается их взаимным влиянием друг на друга, причем возникают возбуждения совершенно нового ритма и силы. Здесь приходится думать о влиянии факторов физиологического порядка: рефрактерной фазы и электротонических действий волн возбуждения одних на другие, ибо токи действия должны обладать всеми свойствами токов реальных» [46]. В 1893 г. открывает приват-доцентский курс Б. Ф. Веригго [47] с тем, впрочем, чтобы уже на следующей год уехать на экстраординарную профессиу в Новороссийский университет.

В 1894—1895 гг. в лаборатории возобновляет преподавание вернувшийся из-за границы приват-доцент В. П. Михайлов по химиче-

¹ Arch. de physiol., т. 4, 1892.

скому отделу физиологии. Открывает курс общей физиологии приват-доцент И. Р. Тарханов, Ф. Е. Тур делается исполняющим должность прозектора; лаборанты — Н. Н. Страховский и И. Э. Шавловский. Введенский с Туром начинают работать над иннервацией сердца. Одновременно с этой многолетней темой за эти годы выдвигается ряд других тем, которые надолго занимают состав лаборатории: намечаются первые попытки уловить особенности сенсорных нервов в смысле способности воспроизводить высокие ритмы раздражения (Полилов, Малевский, Лемтюжников). Поставлена на очередь проблема позитивного колебания нервного тока (Кривошеев), а также проблема соотношений между проводимостью и возбудимостью в физиологическом субстрате (Тибберг и др.). В лаборатории появляются студенты Н. Я. Кузнецов, будущий известный физиолог насекомых, и Б. И. Бируков, впоследствии профессор Саратовского университета [48]. С 1 декабря 1894 г. Введенский становится ординарным профессором [49].

В 1896 г. тяжело заболевший В. П. Михайлов прекратил чтение лекций. В должность лаборанта вступает Н. Я. Кузнецов, занятый в этот и в следующие годы изучением особенностей мышц-антагонистов в их ответах на высокие ритмы. Сам Н. Е. Введенский делает замечательное открытие во взаимоотношениях антагонистов при иннервации с коры полушарий теплокровного животного [50]. В этом и в следующем годах приват-доцент Мендельсон делает попытки организовать экспериментальные работы по органам чувств, а Введенский выпускает первый том переводного учебника Фредерика и Ньюэля. Главный плод этого времени — установление постоянной зависимости между кортикальными иннервациями антагонистических мышц — представляет собой несомненно одно из основоположений дальнейшего учения о *респирокной иннервации антагонистов*. В конце этого же года появляется известная работа Н. Геринга и Шеррингтона, посвященная тому же вопросу.

В 1898 г. личный состав лаборатории пополняется приват-доцентом А. А. Кулябко и лаборантом В. И. Николаенко. Среди студентов появляется М. А. Аствацатуров, впоследствии известный профессор-невролог. Тур начинает исследование сосудистой иннервации. Кузнецов приступает к энтомологическим работам.

Чтобы представить себе, как в эти годы шло преподавание, приведу список курсов 1899 г.: ординарный профессор Введенский: 1) растительные процессы: кровь, кровообращение и дыхание (3 часа в неделю для V семестра); 2) мышцы и нервы (2 часа в неделю для VII семестра); 3) пищеварение, обмен веществ, теплота (3 лекции в неделю для VIII семестра); 4) нервные центры и органы чувств (2 лекции в неделю для VIII семестра); 5) основные приемы физиологической химии (практикум для V—VII семестров). Приват-доцент Мендельсон — общая и сравнительная физиология нервных центров (2 лекции) и сравнительная психофизиология (2 лекции). Приват-доцент Кулябко — физиология выделительных органов (2 лекции) и практикум по нервно-мышечной физиологии. Приват-доцент Тарханов — физиология питания и пищеварения (2 лекции) и животная теплота (2 лекции).

В 1900 г. в экспериментальной деятельности Введенского и его учеников заканчивается тот подготовительный период, который я назвал выше «праеработика». Выходит в свет предварительное описание последовательных стадий, переживаемых нервом при местном приложении ядов: «Die fundamentale Eigenschaften des Nerven unter Einwirkung

einiger Gifte» [51]. Покамест это описательная эмпирия. Но за нею уже чувствуется назревающее обобщение широкого значения. Среди студентов появляются: П. Г. Мезерницкий, впоследствии известный профессор-бальнеолог, Н. Я. Перна, талантливый многолетний сотрудник Введенского, С. Шапот, П. Судаков, Е. Соловьев. Большинство из молодых людей исследует нерв в обстановке Грюнхагена, применяя разнообразные химические раздражители.

В следующем, 1901 г. Н. Е. Введенский издает по-русски трактат «Возбуждение, торможение и наркоз» и тем начинает многолетнюю серию работ, посвященных учению о *парабиозе*.

В предыдущем уже явственно назрела та мысль, что в случаях, когда один очередной импульс A , ставший тормозящим, оказывается способным погасить не один, но целый ряд импульсов из тормозимой серии, это свидетельствует о значительном упадке лабильности нерва под действием импульса A , так что интервал, в течение которого еще длится реакция в нерве от A , свободно покрывает собой целую серию очередных импульсов тормозимого ряда, которые и будут тем самым сняты с очереди. Длительно неколебательное торможение очередных импульсов получается, как до сих пор, вследствие относительно большого интервала возбуждения в посреднике проведения, только теперь затяжка интервала сказывается еще более: скрывающееся за ним активное состояние стойко держится теперь на месте своего возникновения и грозит перейти здесь в омертвление необратимое, если не принять специальных мер для возврата ткани к норме. Все это длительное местное возбуждение на рубеже местного обмирания и смерти, пока оно еще обратимо, Введенский и назвал «парабиозом». Он высказал предположение, что наиболее древняя и примитивная форма возбуждения в животной ткани и носила этот очень мало подвижный, стойко местный, затяжной характер, стоящий перед кризисом местного обмирания, тогда как типичный для высших животных лабильный и быстро изглаживающийся на месте, зато быстро убегающий в виде волны процесс возбуждения должен быть продуктом эволюции и специализации проводящей ткани. Обратимый процесс развития местного парабиотического возбуждения характеризуется последовательной сменой стадий проведения, сначала в сторону углубляющегося торможения и падения лабильности, затем в сторону растормаживания и восстановления нормальной лабильности [52].

С 1902 г. Тур приступает к преподаванию физиологической химии. В числе начинающих работников появляются В. П. Порембский, А. Д. Бурдаков, А. А. Ухтомский.

В 1904 г. в довольно однообразную работу лаборатории этого времени над парабиозом двигательного нерва Н. Е. Введенский вносит новую струю: изучение спинальных рефлексов со стороны учения об относительной лабильности. Его постоянным оруженосцем делается юный И. А. Ветюков.

В 1906 г. выходит I том нового издания лаборатории: «Работы физиологической лаборатории СПб университета». Сюда, в I том, вошли некролог И. М. Сеченова, написанный Н. Е. Введенским, а также большая работа последнего, посвященная центрам: «Возбуждение и торможение в рефлекторном аппарате при стрихнинном отравлении» [53]. Мысль творца учения о парабиозе еще и еще раз возвращается к центрам, от которых она отправилась при Сеченове 25 лет назад. При этом новом возврате к центрам к работам на них привлекаются Вл. Ордынский, А. Ухтомский, А. Палладин, М. Хавин,

В. Ясевич, Финкельштейн, А. Шлиттер, В. Громов, М. Модель, И. Беритов, М. Белоусов и др. Из названных отмечаю известного впоследствии профессора и академика А. В. Палладина и известного тифлисского физиолога И. С. Беритова. Поскольку в эти годы возникают за границей повторные попытки истолковать феноменологию парабиоза (в особенности так называемой *Wedensky — rhaepothen*) как однозначные следствия попадания каждого последующего импульса в относительно рефрактерную фазу от предыдущего, Введенский заинтересован показать, что явления развития парабиоза и парадоксального проведения имеют место одинаково для одиночных импульсов. Этому посвящена прекрасная работа Н. Ф. Сакса [54]. В 1909 г. Введенский в сотрудничестве с Ухтомским возвращается к прежнему вопросу об относительной лабильности центров для антагонистических мышц в конечностях (ср. выше, 1896 г.). Авторы приходят к выводу, что в задней конечности теплокровного «центр флексии обладает более низкой лабильностью, а центр экстензии — более высокой» [55]. Интересно, что к аналогичному выводу привели впоследствии измерения хронаксий на сгибателях и разгибателях ноги [56].

В 1910 г. в числе студентов появляются А. А. Бружес и Н. П. Резвяков. Впоследствии первый — известный исследователь в области физиологии труда, второй — профессор физиологии в Иваново-Вознесенске. А. А. Ухтомский ведет три параллельных исследования: 1) сочетание иннервации в конечностях теплокровного при раздражении с коры; 2) конфликты кортикальных иннерваций конечностей с рефлексам в последних и 3) торможение кортикальных иннерваций в конечностях при установке на дефекацию и глотание. Эти экспериментальные материалы сводятся затем в диссертацию Ухтомского 1911 г. [57]. С 1911 г. Н. Е. Введенский возобновляет изучение вагусного торможения на сердце и вводит в работу на сердце двух новых студентов — Ю. Хрущинского и Д. Воронцова. Второй из них — впоследствии профессор физиологии в Смоленске и в Казани.

В 1912 г. Беритов и Ухтомский совместно исследуют ритмы токов действия в мускулатуре при столкновении рефлексов с кортикальными иннервациями. При этом устанавливаются явные картины интерференции центральных импульсов в моменты торможений. Н. Е. Введенский в чрезвычайно интересной работе, доложенной Парижской академии, разъясняет смысл центральных установок, полученных Ухтомским, с точки зрения исходной работы 1881 г. на дыхательном центре. Воспроизводя установочные иннервации на лягушке, он наименовывает эти явления «истерииозисом», намекая на их патологический характер [58]. Тогда же И. А. Ветюков печатает свою первую работу «Рефлекторные реакции антагонистических мышц при общем стрихнинном отравлении» [59].

С 1 июля 1912 г. Ухтомский получает звание приват-доцента, а осенью начинает чтение курса — методы мышечной и нервной физиологии — с практикумом.

В 1913 г. в числе студентов видим М. Никифорова и М. Строганова, будущих крупных деятелей советской медицины. Н. Е. Введенский публикует работу «О взаимной корроборации обоих блуждающих нервов в их действии на сердце» [60]. Из всего предыдущего понятно, как принципиально важно было установить для *vagi* явления обоюдного подкрепления торможения в сердце. Эти явления показали, что торможение и здесь развивается в результате скла-

дывания возбуждений в некотором общем субстрате. В этом же году Беритов командирован в Утрехт в лабораторию Магнуса для работы над тоническими рефлексам.

Примерно с 1911 г. значительно возрастает число оставленных при лаборатории для специализации по окончании университетского курса. Вплоть до 1917 г. мы видим в эти годы при лаборатории по 4—5 оставленных стипендиатов. Сличая имена молодых людей, находим, что дело идет преимущественно о новом и новом продлении сроков оставления для работника, оказавшегося ценным. Так, И. С. Беритов и Н. П. Резвяков оказываются оставленными при лаборатории в течение 5 лет (с 1911 по 1916 г.). Надо признать, что такие продолжения работы при университете для более сильных аспирантов были очень целесообразны.

В 1910 г. из лаборатории выделилась та ее часть, которая ведала студенческими занятиями и специальными работами по химическому отделу физиологии. Примерно с 1901 г. эти работы перешли под ближайшее наблюдение приват-доцента Ф. Е. Тура, на котором лежало чтение курсов по физиологической химии и по обмену веществ. Теперь весь этот химический отдел переехал в новое помещение на 16-ю линию Васильевского Острова, д. 29, и тем самым наметилось отпочкование от основной физиологической лаборатории новой самостоятельной единицы — лаборатории биохимии.

Чтобы иметь наглядную картину жизни лаборатории перед революцией, возьмем, например, 1915 год [61].

Заслуженный профессор Н. Е. Введенский читает общий курс физиологии (4 лекции в неделю). Приват-доцент А. Ухтомский по поручению физико-математического факультета читает из общего курса физиологии две главы: мышечно-нервную физиологию и органы чувств (4 лекции в неделю) и, кроме того, методы мышечно-нервной физиологии с практикумом. Приват-доцент Ф. Е. Тур на 16-й линии читает физиологическую химию (2 часа в неделю) и практикум. Прозектором физиологической лаборатории состоит приват-доцент Ухтомский. Оставленные при кафедре — И. С. Беритов, Н. П. Резвяков, А. А. Шлиттер и Л. Л. Васильев. Слан в печать очередной выпуск работ физиологической лаборатории Петроградского университета (Юрьев, 1917).

Здесь обращают на себя внимание ценная работа Н. Я. Перна об эволюции электротонических изменений и о сдвигах нейтральной точки, работа Л. Л. Васильева о специфических особенностях физиологического действия различных катионов и работа М. И. Виноградова: «Извращенное влияние электротона на проводимость и раздражительность нерва, впадающего в парабриоз». Для полноты характеристики парабриотического участка в нерве чрезвычайно важно, что классический электротон разыгрывается здесь как раз наоборот: где полагается угнетение, получаем экзальтацию, а где полагается экзальтация, там теперь угнетение. Все это предсказывается теорией парабриоза заранее. а факты подтверждены рядом позднейших авторов [62]. Н. Е. Введенский в это время начинает разрабатывать свою последнюю проблему — *периелектротон*. Много лет перед тем ему приходилось сталкиваться с этими явлениями дальних влияний вдоль по нерву вследствие чисто местной его альтерации, но он склонен был считать их чисто физическими следствиями экспериментальной обстановки. Защищенная за год перед этим диссертация Н. Я. Перна [63] побудила пересмотреть теперь вопрос о периелектротоне как о явлении физиологического порядка с вероятными важными физиологическими следствиями.

С 1916 г. начинает все более сказываться влияние войны. Лабораторная жизнь постепенно затихает. Становится все менее возможным оставаться в тиши научного кабинета, когда в народной жизни назревает кризис. Молодежь из работников лабо-

ратории начинает уходить на фронт и большей частью не возвращается. Только преподавание продолжалось, поддерживаемое усвоенным привычным темпом. Н. Е. Введенский довольно тяжело переживал тогдашние условия петроградской жизни и подолгу уезжал в отпуск на родину в Вологодскую губернию. А. А. Ухтомский, с 5 февраля 1918 г. утвержденный в должности штатного доцента, становится заместителем заведующего физиологической лабораторией, сначала по уполномочию от Введенского, а затем, с 4 августа 1919 г. по назначению от физико-математического факультета. С осени 1918 г. он получает звание профессора. В тесном сотрудничестве с Н. П. Резвяковым, М. И. Виноградовым и И. А. Ветюковым поддерживал жизнь лаборатории в период, когда исследовательскую работу и преподавание приходилось переносить в квартиры за отсутствием отопления в главных помещениях университета.

Преподавание сложилось в первые годы революции таким образом: в периоды своего пребывания в Петрограде Н. Е. Введенский читал кровь, кровообращение, дыхание и пищеварение; на А. А. Ухтомском лежало чтение физиологии мышцы, нерва, центров и органов чувств. Н. Я. Перна начал читать курс внутренней секции. Ф. Е. Тур преподавал физиологическую химию и обмен веществ.

Экспериментальная жизнь складывалась так: Н. Е. Введенский усиленно разрабатывал явления периелектротона в ближайшем сотрудничестве с И. А. Ветюковым. Набирая обширный экспериментальный материал в листах, он уезжал на родину в Вологодскую губернию, чтобы там в тишине изучить получаемые факты в деталях и в связи с теорией вопроса. Возвратившись в лабораторию, он ставил новые и новые ряды опытов. Назревали важные обобщения для того, как постепенно устанавливались физиологические изменения вдоль по нерву, и как они эволюционировали. А. Ухтомский сел за разработку вопроса о так называемом пороге раздражения для рефлекторных дуг, отправляясь от своего наблюдения на кошке, что уже чрезвычайно слабые электрические раздражители, обычно считаемые для чувствующего нерва далеко подпороговыми, бывают способны вызвать слабейшие рефлекторные эффекты в начале опыта, которые в дальнейшем опыте исчезают, но не оттого, что электрический раздражитель не действует, а именно оттого, что он действует неблагоприятно и угнетающе на центры. Таким образом рефлекторная дуга вовлекается раздражителем в работу как бы постойно: сначала для слабейших раздражений получается деликатный эффект, угнетаемый уже незначительными увеличением или неосторожным приложением импульсов; затем, с дальнейшим усилением раздражения возникают новые ряды рефлексов, которые могут быть вновь угнетены еще большими силами раздражения. Закон оптимума и пессимума имеет силу и для более поверхностного и для более глубокого «слоя возбудимости». Теперь автор избрал за раздражитель телефон, получающий градуируемые по частоте и по силе колебания с органной трубы. Для этих деликатнейших раздражений рефлекторные пороги оказывались приблизительно того же порядка, что и пороги двигательного нерва, и эти деликатнейшие раздражения при незначительных учащениях и усилениях импульсов начинали давать типичные пессимумы конечно совсем другого порядка, чем те, что получаются для частых и сильных индукционных ударов [64]. В связи с предыдущим возникал вопрос о *качестве* рефлекторного ответа в районе первого оптимума для наиболее слабых раздражений и рефлекторного ответа в районе второго оптимума, для умеренно сильных раздражений. В различных рефлекторных дугах, без сомнения, содержание рефлексов будет в том и другом районе своеобразно. Что же касается конечностей, раздражаемых адекватно с каждой поверхности на ступне или на ладони, то качество рефлекса в первом и во втором районах вполне определено: при слабейших раздражениях это — рефлекс вящего надвигания на раздражитель, сближения с ним, тогда

как при усилении раздражения это уже — удаление от раздражителя. Так рефлекс экстензорного толчка с усилением раздражения переходит в рефлекс сгибания. Отсюда ясна радикальная ошибка тех очень распространенных характеристик рефлекторной деятельности, будто она всегда и принципиально направлена на удаление или прекращение раздражения и раздражителя. В сравнительно-физиологической перспективе ясно, что рецептивная система не могла бы и развиваться, если бы рефлекторная система всего лишь ограждала ее от сближения с раздражителем. Автор защищает представление, что рефлекторная система принципиально и в первую очередь дает место реакциям сближения со средой, вящего распознавания ее, тогда как лишь вторично вступают в дело реакции защитного и отрицательного значения [65]. К этому же времени относится пересмотр вопроса о физиологическом значении перестройки параллельной мышцы на перистый тип. На основании начал Вебера и Бернулли принято думать, что эта перестройка направлена на размещение по возможности наибольшего числа силовых единиц в заданный объем мышцы, хотя бы и с жертвованием для того в высотах сокращений. С точки зрения истории развития остается при этом совершенно непонятным, как могли получить упражнение и культивирование миофибриллы, действующие под углом к направлению работы мышцы. Более пристальное изучение вопроса дает возможность видеть, что появление этого угла миофибрилл к вектору общей работы ведет совершенно определенно к *увеличению скоростей* в работе мышцы. Так что с перестройкой на перистый тип мы имеем не только возрастание физиологического поперечника мышцы, но и значительный выигрыш в скорости (порывистости) ее работы, причем миофибрилла, по крайней мере, ничего не теряет в работе. Можно предвидеть, что мышцы, наиболее часто применяемые для порывистой тетанической работы, имеют наибольшие шансы перестроиться на перистый тип [66].

Н. П. Резвяков — один из инициаторов так называемых «Физиологических бесед» в Ленинграде тех лет. С покойным Г. И. Степановым он пропагандировал среди физиологов мысль о желательности периодических встреч представителей лаборатории для обмена опытом и исканиями. Из этих «бесед» суждено было вырасти *Сеченовскому обществу физиологов*. Резвякову принадлежит у нас первый почин применить современную усилительную технику для воспроизведения телефонических исследований Н. Е. Введенского [67]. Следует отметить, что в это время и надолго среди более молодого поколения работников нашей лаборатории установилась идеологическая линия, представлявшая некоторую опасность для унитарного понимания процессов возбуждения и торможения по Введенскому. Начало этому направлению дала диссертация Н. Я. Перна [68], где им было проведено радикальное противопоставление «первично-анодического» угнетения нервного субстрата вторично-катодическому угнетению его. В настоящее время, вспоминая тогдашние искания в их исторической перспективе, можно кажется усмотреть скрытый зародыш такого дуализма еще у самого Н. Е. Введенского в том, что механизм «интервала невозбудимости» (или рефрактерной фазы) он выводил в 1886 г. из анэлектротонических влияний вновь возникающей волны возбуждения, парабютическое же торможение сближал с вторичной катодической депрессией Веригго. Так или иначе очевидно, что отсюда могли возникнуть упреки унитарной концепции Введенского, что она сама по себе опирается скрытым образом на принципиальный дуализм в

происхождении физиологических угнетений. Отсюда и возникла так называемая «бинарная теория» торможения, развитая впоследствии Л. Л. Васильевым. В те годы с этим моментом скрытого дуализма в трактовании торможения соприкасались так или иначе многие наши работники. Работа над эффектами от местного нагревания и охлаждения нерва, Н. П. Резвяков ставил эти влияния в ближайшую параллель с ан- и катэлектротоническими противодействиями по Н. Я. Перриа. Подобно тому, М. И. Виноградов, исследуя процессы передвижения воды в нерве в связи с развитием местного парабиоза и его растормаживанием, был склонен толковать анодическое угнетение как выражение снижения жизнедеятельности в ткани, в то время как катодические влияния, с катодической депрессией в том числе, он связывал с возбуждением, как подъемом жизнедеятельности [68]. Впрочем и Резвяков и Виноградов чувствовали, что принципиальное противодействие физиологических угнетений от тепла и холода, от катода и анода зиждется в конце концов на абстрактных контрверзах, и они ищут выхода. Резвяков перешел к изучению влияний тепла и холода на заранее вызванный парабиотический участок и пришел к ряду новых фактов, свидетельствующих о значительной сложности проблемы: в зависимости от того, каким агентом пользовались для вызова парабиоза, тот же самый фактор охлаждения ведет то к угнетению, то к растормаживанию. Катэлектротон сближается теперь с отклонением от нормальной температуры в сторону ли согревания, в сторону ли охлаждения, анэлектротон же сближается с возвратом к средним нормальным температурам [70]. Виноградов продвигает вопрос далее, уловив значение нового фактора «времени парабиоза» [71]. В зависимости от того, как долго тот или иной агент должен действовать на субстрат, — прежде чем наступит парабиотическое угнетение, — углубление угнетения или обратное явление растормаживания будет создаваться дополнительным агентом в зависимости от того, будет ли этот последний сам по себе характеризоваться еще меньшим временем парабиоза или его время парабиоза продолжительнее, чем у основного агента. Наши авторы подошли к признанию адаптационных явлений в нерве на тепло и на холод, которыми почти в то же время занимался Торнер. Приблизились они к восстановлению унитарного понимания угнетения и растормаживания, хотя в те годы и не вполне овладели теоретическим значением своих результатов. Путь, на котором действительно может быть восстановлено унитарное понимание явлений при согревании и охлаждении, кат- и анэлектротоне, был уловлен значительно позднее, исходя из основного параметра Н. Е. Введенского — перенной лабильности (рабочей подвижности) физиологического субстрата [72]. Если сдвиги физиологического показателя лабильности идут достаточно параллельно со сдвигами поляризуемости и проницаемости в субстрате, унитарное понимание угнетения и растормаживаний, вполне аналогичное нашему, только выраженное в физико-химических терминах проницаемости, дано у Гельхорна [73].

3 сентября 1922 г. скончался Н. Е. Введенский на своей родине, за Вологдой, в селе Кочкове Шуйской волости [74]. Последние два года он подолгу проживал в деревне, ухаживал за одиноким парализованным братом, который, впрочем, пережил Н. Е. Мы получили известие о кончине учителя во вновь организуемом филиале нашей лаборатории в Новом Петергофе, в одном из домов на берегу Александрии. Это был зародыш будущей физиологической лаборатории Петергофского естественнонаучного института, которая с 1924 г. перешла в свое ны-

нешнее помещение в Сергиевке, близ Старого Петергофа, а с 1933 г. вошла в состав Физиологического научно-исследовательского института Ленинградского университета. Заведующим петергофской лабораторией еще при жизни Н. Е. Введенского стал А. А. Ухтомский в сотрудничестве сначала с М. И. Виноградовым, которого в 1925 г. сменил Н. П. Резвяков, а в 1929 г. Н. В. Голиков и затем М. В. Кирзон.

За тринадцатилетие этой филиальной лаборатории, прежде чем она организационно возвратилась в состав университета, в ней работали с большим увлечением сменявшиеся по годам группы университетской молодежи и более постоянная группа зрелых натуралистов. Здесь начали свою экспериментальную деятельность выделившиеся впоследствии работники: Н. В. Голиков, В. С. Русинов, Л. М. Шерешевский, П. А. Киселев, В. И. Либерзон, Р. П. Ольнянская, О. И. Романенко, Н. А. Шошина, С. И. Горшков и Д. Г. Квасов. Проблематика этой лаборатории задавалась университетской физиологической лабораторией, причем в связи с тем, что петергофская лаборатория понемногу обзаводилась собственным научным инвентарем и приборами, каких не было в университетской лаборатории, некоторые наши задания целиком переносились сюда, на новые места. Преимущества петергофского филиала были в том, что здесь не было той педагогической нагрузки, какая давала себя знать в университетской лаборатории, центр жизни был в исследовательской работе, а обстановка для последней в загородной тиши и относительно далеко от городской электрической сети была очень хороша. Основные работы были посвящены изучению: 1) возбуждения и торможения в нервном аппарате как образователей рефлекторных установок (доминант); 2) природы стационарного возбуждения в нервной системе (перизлектротон, парабиоз); 3) роли симпатической иннервации и образования рефлекторных установок; 4) изменений рабочей подвижности в нервных путях на ходу реакции (усваивание ритма); 5) перестановок с тонуса на тетанус и обратно в нервно-мышечных приборах.

Надо оценить, как одну из полезных новостей лабораторной жизни в Петергофе, завязку живых отношений с другими лабораториями Петергофского института. Сравнительно-анатомический вопрос побудил наших товарищей-зоологов столкнуться с физиологическим вопросом о том, как физические изменения в употреблении органа могли влиять на перестройку его рефлекторного значения. Возникал вопрос о значении веберова аппарата рыб для тонических установок мускулатуры. Работники зоологической и физиологической лаборатории шли здесь об руку. Возникший у нас вопрос о соотношении между оксидоредукциями и окислениями в парабиотическом нерве побудил нас прибегнуть к помощи гистологической лаборатории. Это подготовило вопрос об устройстве гисто-физиологической лаборатории проф. Д. Н. Насонова в будущем Физиологическом институте университета [75].

Что касается основной университетской лаборатории, то затишье педагогической жизни в ней продолжалось примерно до 1924 г., когда начался чрезвычайный наплыв студенчества. Годы затишья педагогической работы были благоприятны для собственно научной работы. Я упоминал уже о работах Н. П. Резвякова и М. И. Виноградова, относящихся к этому времени. Пишущему эти строки удалось в это же время довершить материалы 1904—1911 гг. и уяснить себе, что в торможении кортикальных иннерваций локомоторного прибора во время реакций глотания или дефекации сказывается частный случай

некоторого общего принципа центральной работы. Принцип этот в том, что подготовленный в предыдущем и обладающий достаточной инерцией действия нервный аппарат способен занять собой текущую жизнь центров на более или менее продолжительный интервал времени, подкрепляясь разнообразными посторонними («не идущими к делу») импульсами и в то же время перестраивая и тормозя по себе ближайшие местные рефлексы на эти импульсы [76]. Основной вывод школы Н. Е. Введенского относительно природы торможения, а именно то торможение в нервных путях есть результат дополнительного воздействия импульсов возбуждения на возбужденный участок, в котором текущее возбуждение должно быть задержано, приобретает такую формулировку: торможение того или иного нервного прибора и акта есть признак и выражение того, что где-то в центрах возникла новая деятельность с новым направлением работы, более или менее несовместимым с предыдущим направлением деятельности. Очевидно, что, занимая собой более или менее надолго центральную систему, инерционный вектор поведения становится стержнем, около которого и по которому строятся «интегральные образы» сознания. Покойный Введенский учил о том, что волны возбуждения диффузно распространяются по центрам значительно более, чем принято думать в классической физиологии. Это — диффузное «mass action» центров, о котором говорится все более в новейшей литературе. Как из диффузного «mass action» возникают координированная направленность действия и деятельность в одном определенном направлении? Попытка ответить на это плеоназмами вроде того, что дело решается в пользу «наиболее сильного» центра или в пользу биологически «наиболее важной» реакции говорит лишь о желании отделаться от проблемы наиболее упрощенными схемами. В действительности дело решается относительной лабильностью и интервалами возбуждения в действующих центрах в текущий момент, причем при соответствующей подготовке в предыдущем центре, возбуждающийся умеренно и относительно редко, но с настойчивым удержанием ритма, может приобрести доминирование посреди прочих.

Заведывание основной лабораторией возложено с 1924 г. на А. А. Ухтомского при научном сотрудничестве М. И. Виноградова, Н. П. Резвякова и И. А. Ветюкова. С этого же, 1924, года было положено начало новой специальности — «физиологии труда», под руководством М. И. Виноградова, привлечшей к себе сразу весьма значительную группу студентов. Специально для работы с физиологами труда были привлечены Л. Л. Васильев (психотехника), Т. П. Тимофеевский (организация труда) и проф. А. Ф. Сулим-Самойло (профессиональная гигиена). Было сочтено своевременным и необходимым открыть при университете курс условных рефлексов в связи с пищеварением (проф. К. Н. Кржишковский, потом проф. Г. Ф. Фольборг). Заведывание биохимической лабораторией перешло к проф. В. С. Садикову, известному специалисту в области строения белков, а для преподавания обмена веществ и внутренней секреции был приглашен проф. Е. С. Лондон, автор полифистульного и ангиостомического методов. Как видно, университетская физиология сделала значительный шаг в смысле расширения физиологического преподавания в обоих основных направлениях, завещанных И. М. Сеченовым при основании кафедры: в сторону «биофизики» нервной и мышечной системы, с одной стороны, и в сторону «биохимии» протеинов и общего обмена — с другой.

На ближайшие затем годы было проведено следующее симметрическое расчленение физиологических лабораторий.

Биофизика

1. Лаборатория физиологии животных и человека (основная лаборатория прежнего времени).
2. Лаборатория физиологии труда.

Биохимия

3. Биохимическая лаборатория.
4. Лаборатория обмена веществ.

С 1925 г. университет имел таким образом уже 4 самостоятельные физиологические лаборатории, где начали складываться самостоятельная исследовательская проблематика, тематика и бюджетные потребности.

Значительные затруднения в жизни наших лабораторий заключались в том, что новым из них приходилось приобретать заново и организовать на ходу работы, материальную часть; в основной же лаборатории, помимо необходимости делиться частью инвентаря с новыми лабораториями, приходилось считаться с тем, что прежний инвентарь приобретался, организовывался и обновлялся издавна с расчетом не свыше чем на 10 одновременных исследовательских мест в границах определенной экспериментальной проблематики, а сверх того имелся лишь демонстрационный инвентарь к лекциям, обыкновенно с единственным представителем для прибора. На таком инвентаре приходилось теперь вести преподавание с практиками по всему курсу для 200—250 человек в год и вместе с тем поддерживать исследовательскую работу. Естественно, что получились то мобилизация всех средств на текущую педагогическую работу с отрывом инвентаря от специальных работ, то временное возвращение инструментов в распоряжение исследователей при крайне недостаточном ремонте. Дело осложнялось еще тем, что практикумы велись повторительно, по студенческим группам. Другой хронический недостаток заключается в неустойчивости учебных планов, которые менялись в зависимости от установок то на подготовку, главным образом, специалиста-практика промышленной физиологии (работники специальных лабораторий физиологии труда на производствах, специалисты по пищевым заготовкам и консервированию, специалисты по технологии заготовок и дублению кож и т. д.), то возвращение на подготовку научного теоретика и педагога. Третий существенный недостаток нашей лабораторной жизни заключался в значительном отрыве физиологической специальности от других, близких и родственных кафедр и специальностей университета. Мы видели выше, что особенности физиологической специальности на физико-математических факультетах по сравнению с традиционной медицинской физиологией зависели от тесной увязки ее у нас с зоологическими и ботаническими специальностями, с их широкими биологическими перспективами для физиологии и, с другой стороны, от ближайшего соседства с так называемым точным естественным химиком и физиком. Возникшая установка преимущественно на ускоренную подготовку специалистов по прикладной физиологии ставила на очередь требование снабдить студента, помимо знания главных физиологических дисциплин, знанием значительного количества дифференциальных предметов и сведений по гигиене, по научной организации труда, по организации производств, по профессиональной патологии и т. д. Получалась многопредметность, отнимавшая у студента возможность утилизировать в достаточной мере соседние кафедры и лаборатории факультета, в действительности важные для физиолога. Внесение в планы полумедицинских, полутехнологических дисциплин лишало нашего физиолога возможности воспользоваться преимуществами пребывания на физико-математическом или биологическом факультете и в то же время не успевало сделать из него медицински ориентированного и технологически образованного работника, который мог бы обойтись на производствах в самом деле без медика и инженера. В конце концов наши специалисты оказывались весьма умеренно ориентированными в биологии, зоологии и ботанике, и все это приходилось восполнять за время аспирантуры или самостоятельно на работе.

Несмотря на указанные серьезные затруднения этих первых организационных лет живой энтузиазм и горячее научное рвение нашей молодежи дали возможность выдвинуться ряду молодых работников,

оставление которых при университете оказалось очень плодотворным. Помимо названных выше экспериментальных питомцев петергофской лаборатории у нас выработались за эти годы следующие ценные исследователи и педагоги: М. В. Кирзон, М. П. Березина, Е. А. Гусева, В. Г. Куневич, Я. А. Шейдин, Э. Ш. Айрапетьянц, В. Е. Делов, Н. И. Пинегин, Е. К. Жуков, В. Л. Балакшина, М. И. Рафики и др. Из них были посланы за границу М. П. Березина и Э. Ш. Айрапетьянц, причем, первая с большим успехом работала в лондонской лаборатории Хилла, а второй показал себя хорошо ориентированным физиологом в берлинской лаборатории Тренделенбурга и в амстердамской лаборатории ван Райнберка.

Все указанные сейчас недостатки и колебания в жизни университетской физиологии следует рассматривать как *болезни роста*. Не подлежит сомнению, что университетская физиология росла, привлекала все новых людей, делалась все более самостоятельным телом в жизни университета. С переводом проф. Г. В. Фольборта на кафедру в Харьков в семью университетских физиологов вошел профессор К. М. Быков. С вступлением в университет он внес к нам оригинальную проблематику в области условных рефлексов. Дело шло об изучении условных рефлексов на проприоцептивные и интероцептивные раздражители. Насколько дифференциально и быстро кора головного мозга оповещается о процессах, протекающих в тканях и в отдельных органах самого организма? И в какой мере сказывается обратное влияние коры на тканевые процессы? Можно сказать, что кора ежеминутно стоит перед двумя рядами фактов: с одной стороны, факты текущей внешней среды, с другой стороны, факты текущего внутреннего хозяйства организма. Ни тех ни других кора не может изменить мгновенно, но от удачного сопоставления и взаимного приспособливания тех и других зависит судьба организма. Теоретически кора должна в известной степени владеть лабильностью и скоростями реакций в тканях. Сотрудниками Быкова было показано весьма наглядное влияние коры на работу селезенки, на почечное выделение, на тканевое дыхание [77]. Вслед за Быковым в число университетских физиологов вошла Е. Н. Степанова-Сперанская с поручением ей специального курса по физиологии вегетативных процессов и по эндокринологии.

Наш биохимический отдел сделал в свою очередь крупное приобретение в лице проф. В. А. Энгельгардта, который взял на себя руководство работами по биохимии.

Физиологические кафедры значительно расширили теперь работы с аспирантами, число которых по лаборатории стало доходить до 20 человек одновременно.

Университетская физиология несомненно росла довольно быстрыми темпами, а вместе сказывались и нехватки средств, помещений, организационной слаженности между растущими органами физиологического преподавания.

Директору университета принадлежит инициатива организовать в нашем университете физиологический институт. Проф. А. А. Ухтомский представил планы организации института. Их было два, из которых первому было присвоено условное имя «эллипс», а второму имя «цикл».

Первый проект учитывал конъюнктуру, имевшую место в университете, пока жив профессор С. П. Костычев. Возможно было мечтать о соединении всех кафедр, имеющих ближайшее отношение к биохимии, в одно организованное целое

независимо от того, занимаются ли они в особенности зоохимическими или фитохимическими предметами. Такое общее биохимическое ядро должно было, по проекту «эллипс», составить сердцевину будущего физиологического института, тогда как фокусами служили, с одной стороны, наша зоофизиология, с другой — фитофизиология. Этот проект обещал очень оживленное и плодотворное на многие годы сотрудничество зоо- и фитофизиологических кафедр с учетом того обстоятельства, что в последние годы, несмотря на все углубляющуюся дифференцировку наук, методик и исканий, сказывается все более тенденция к единству и синтезу между физиологией и морфологией, с одной стороны, и между зоо- и фитохимическими проблемами — с другой. Ферментология наших дней подходит к своему предмету независимо от того, берется ли он от животного или растительного мира, а современные учения о животных окислениях построены в значительной степени на данных, добытых фитофизиологами. План «эллипс» и имел в виду идейно-рабочее построение с синтезами исканий в двух направлениях: морфолого-физиологическом и в зоо-фитофизиологическом.

Осуществление этого проекта требовало труда и энтузиазма содружественно действующих достаточно единомысленных работников. С кончиной профессора С. П. Костычева поднимать работу в этом направлении стало делом опоздавшим или преждевременным.

Поэтому остановились на втором, более простом проекте «цикл», который и лег в основу нынешнего университетского физиологического института. Здесь дело идет не о синтезе фито- и зоофизиологии, а лишь о синтезе морфологофизиологическом, который назрел у нас настолько, что почти дается в руки сам собой.

Наш институт возник с сентября 1932 г., не имея пока самостоятельного бюджета и питаясь средствами университета. С 15 мая 1934 г. Физиологический институт университета приобрел титул и стал самостоятельной научно-исследовательской единицей.

В его состав вошли сначала 6 лабораторий физиологического исследования, успешных сложиться в 1932 г. Во главе этих лабораторий стоят Е. С. Лондон (обмен веществ), В. А. Энгельгардт (биохимия), В. С. Садиков (химия белков), А. А. Ухтомский (физиология животных), К. М. Быков (высшая нервная деятельность) и М. И. Виноградов (физиология труда). Кроме того, в состав института вступили вновь описанная выше физиологическая лаборатория б. Петергофского естественнонаучного института (заведующий А. А. Ухтомский), лаборатория физиологии клетки (заведующий профессор Д. Н. Насонов) и лаборатория физиологической гистологии (заведующий профессор А. В. Немилов). Первой из этих лабораторий в составе Физиологического института усвоено имя «лаборатории биофизики». Сюда намечено перенести по возможности всю электрофизиологию, разгрузив тем основную лабораторию, а электрофизиологическое исследование поставив в наиболее благоприятные условия вдали от городской сети; сюда же отойдет значительная часть биофизических методов исследования, связанная более или менее тесно с электрофизиологией.

Значительное развертывание университетской физиологии из той лаборатории, какая была в 1922 г. (лаборатория профессора Н. Е. Введенского) с двумя ее филиалами (физиологической химии на 16-й линии Васильевского Острова и маленькой новой лаборатории в Новом Петергофе), в институт со сложным личным составом и шестью — девятью лабораториями скрывало за собой большую и настойчивую борьбу за очередную проблематику, за средства, за помещения и т. д. Два отделения нынешнего Физиологического института — биофизическое и биохимическое — включают в себя следующие отдельные лаборатории:

1. Лаборатория физиологии центральной нервной системы и нервно-мышечной физиологии (заведующий профессор А. А. Ухтомский). Эта лаборатория является непосредственным продолжением основной лаборатории, возглавлявшейся до 1922 г. профессором Н. Е. Введенским. В настоящее время она продолжает быть идеологически ведущей в институте. Как мы видели, на рубеже XX в. Введенский показал, что процесс возбуждения в нервной ткани в зависимости от количественных условий своего развития приобретает качественно новое значение уже не возбуждающего, а тормозящего фактора, и это совершенно независимо от вмешательства каких-либо дефективных влияний,

вроде утомления, истощения, падения работоспособности и т. д. Таким образом в каждом отдельном случае возникновения торможения в органах предстоит проследить фактические условия перехода его в возбуждение и возникновение его из возбуждения. Во всех случаях требуется тщательно отграничить направляющие и организующие физиологическую деятельность процессы торможения от явлений утомления, истощения, патологического нарушения нормы. Количественным показателем, в зависимости от коего происходят качественные переходы возбуждения в торможение и обратно, является в особенности так называемая лабильность действующей ткани, т. е. переменные интервалы действующих импульсов, с одной стороны, и текущих отдельных возбуждений ткани — с другой. Поэтому одной из первых задач является изучение каждого отдельного физиологического прибора со стороны скоростей, с которыми успевают завершиться в нем отдельные приступы рабочего возбуждения, и со стороны скоростей нормальных биохимических процессов в приборе. Эта последняя проблема определения лабильности и скоростей, с которыми развиваются и совершаются отдельные приступы возбуждений в этой или иной ткани, связывает нас счастливым образом с новейшими исканиями французской школы касательно параметра времени возникновения отдельных возбуждений. Кроме того, продолжает стоять перед нами проблема всестороннего выяснения организующего и направляющего значения торможений в иннервации тела. Основные проблемы лаборатории таковы: а) учение о парабозе и лабильности в физиологических приборах, б) учение об усвоении ритма как фактора подъема лабильности под действием возбуждающих импульсов, в) учение о доминанте как рабочем принципе нервных центров.

2. Лаборатория биофизики (заведующий профессор А. А. Ухтомский). Отъединенность от города в Старом Петергофе делает эту лабораторию удобной для электрофизиологических работ. В настоящий момент производится переоборудование ее с переходом от малоудовлетворительной электрической станции института на питание из сети Петергофа. Основная проблема, которой занята сейчас лаборатория, это систематическое изучение физиологического интервала в смысле Н. Е. Введенского, исследование параметрических изменений в ткани на ходу нормальной деятельности. Дело идет о большем или меньшем параллелизме или расхождении сдвигов в параметрах лабильности (рабочей подвижности ткани), рефрактерной фазы, интервала суммации и хронаксии. Вслед за Введенским мы видим в показателе лабильности определяющий фактор для результатов текущей иннервации, поскольку лабильность и родственные ей показатели характеризуют скорости отдельных реакций и продолжительность интервалов для отдельных законченных процессов в ткани.

3. Лаборатория высшей нервной деятельности и вегетативных процессов (заведующий профессор К. М. Быков) разрабатывает вопросы, связанные с изучением сложных координаций у высших животных: нервно-гуморальный механизм секреции, мочеотделения, функциональная связь коры головного мозга с внутренними органами, условные рефлексы с проприо- и интероцепторов, выяснение дуг для отдельных гуморальных рефлексов. V Всесоюзный съезд физиологов в июне 1934 г. отметил выдающееся значение проблемы нервно-гуморальных соотношений и высказал, в частности по поводу доклада К. М. Быкова, пожелание, чтобы это исследовательское направление получило широкое развитие в Союзе. В настоящее время намечено оборудование новых помещений лаборатории в Петергофе, близ предыдущей лаборатории.

4. Лаборатория физиологии труда (заведующий профессор М. И. Виноградов) успела пропустить через себя за эти годы значительное число работников для физиологических обследований на производствах и воспитать ценных исследователей в области физиологии трудового процесса, из которых достаточно назвать В. Г. Куневича, Я. А. Шейдина, С. А. Косилова. Изучался процесс утомления в его многообразных проявлениях, в газообмене, в изменениях крови, в органах чувств. В последние годы предметом специального изучения были соотношения между так называемыми статической и динамической работами, их влияния друг на друга, в тонико-тетаническом ансамбле. Лаборатория ведет значительную консультационную работу, завязав связь в этом смысле с Магнитогорским институтом организации охраны труда, с Ленинской горноспасательной станцией (Кузбасс), с Вятским пединститутом, с фабрикой «Скорород», с лабораторией водного транспорта, с терапевтической клиникой профессора Ланга в больнице имени Ф. Ф. Эрисмана.

5. Лаборатория физиологии клетки (заведующий профессор Д. Н. Насонов) занимается изучением изменений живой протоплазмы и ядра при переходе в мертвое состояние. Работами лаборатории установлено, что при действии самых разнообразных агентов, выводящих клетку из нормальных условий (действие Н- и ОН-ионов, наркотиков, гипо- и гипертонии, окиси углерода, высоких температур, асфиксии, утомления и т. п.), живое вещество постепенно и вначале обратимо изменяет свои свойства. Это проявляется, во-первых, в уменьшении стабильности коллоидов (отмешивание коллоидов, появление видимых структур) и, во-вторых, в увеличении адсорбционных свойств. Эти изменения субстрата сопровождаются отдачей или поглощением энергии. На основании ряда соображений можно думать, что комплекс функциональных нарушений в ткани, изучаемый А. А. Ухтомским с его учениками под именем парабриоза, сопровождается как раз тем изменением протоплазмы, который вскрыт данной лабораторией, хотя прямых доказательств для такого утверждения у нас еще нет. Совокупность изменений живого вещества при переходе его в мертвое состояние Д. Н. Насонов отметил как *паранекроз*, отличая этим вероятную близость этих явлений с *парабриозом* Н. Е. Введенского. Основная группа тем посвящена изучению паранекротических изменений протоплазмы и агентов, их вызывающих. Другая группа тем ставит себе задачей исследование влияний разных агентов на кариокинез, исходя из результатов основных работ лаборатории.

6. Лаборатория физиологической гистологии (заведующий профессор А. В. Немиллов) изучает гистофизиологию эндокринных органов и половых желез в их зависимости. Особый интерес, как теоретический, так и практический, представляет разработанный лабораторией метод Немилова, позволяющий наблюдать в течение нескольких недель яйцники одного и того же животного и учитывать все происходящие в них изменения, заметные невооруженным глазом. Этот метод позволил также удешевить и уточнить метод раннего распознавания беременности по изменениям, происходящим в яйчнике после введения мочи беременных.

7. Лаборатория обмена веществ (заведующий профессор Е. С. Лондон) занята изучением интермедиарного обмена веществ в организме и изучением химизма при мышечной работе. В основу изучения обмена веществ положен метод ангиостомии, который позволяет больше, чем какой-либо иной метод, приблизиться к нормальным физиоло-

гическим условиям. В последнее время специально изучались следующие вопросы: межуточный обмен белков и углеводов, в частности, обмен аммиака, нуклеопротеидов, высших полипептидов, гликогена, молочной кислоты, метилглиоксаля и пировиноградной кислоты; далее — определение закисных и окисных ионов железа, хлоридов и газов крови.

8. Лаборатория белков, жиров и углеводов (заведующий профессор В. С. Садилов) изучает теперь в особенности белковый состав тканей в фило- и онтогенетической перспективе. В последнее время исследовались циклопептиды и гетероциклы в эфирной, хлороформной, уксусно-этиловой фракциях, влияние возраста на химический состав печени, циклопептиды и гетероциклы мышечной ткани в зависимости от возраста животного.

9. Лаборатория биохимии (заведующий профессор В. А. Энгельгардт) занята в особенности динамикой веществ в процессе их нормального обмена и скоростями промежуточных реакций, требующимися для того, чтобы из ряда отдельных реакций получился сопряженный цикл. В частности изучаются анаэробный распад углеводов в клетке, проблема биологических окислений и клеточного дыхания, взаимные отношения между аэробным и анаэробным обменом.

Что представляет собой наш институт? Чем он хочет и должен быть? Помимо педагогической работы отдельных лабораторий в университете, является ли он собранием разрозненных исследовательских единиц, друг с другом не увязанных? Или это единый организм, проникнутый общей жизнью?

История заставила университетскую физиологию значительно дифференцироваться. То, что она так развернулось за последние 14 лет, доказало жизнеспособность ее исторических корней. Организация института говорит о том, что пришло время интеграции нашей работы. Предыдущее изложение показало и естественные линии увязки между исканиями наших лабораторий. Паранекроз Д. Н. Насонова подвел лабораторию автора вплотную к нашей проблеме парабиоза. Учение о том, как складываются циклы химических реакций в зависимости от скоростей компонентов, подводит В. А. Энгельгардта вплотную к перспективам паранекроза и парабиоза и к проблеме лабильности в смысле Н. Е. Введенского. К. М. Быков интимнейшим образом связан своей проблематикой с нами, разрабатывая конкретные случаи переходов и взаимодействия возбуждения и торможения. М. И. Виноградов тесно увязан с нами проблемой тонико-тетанического ансамбля с приложением перспектив школы к задачам физиологии труда. А все мы упираемся в текущую проблематику обмена веществ, динамики белка и гистофизиологии. Начавшаяся межлабораторная жизнь углубляется. Представители и руководители отдельных лабораторий поставили в порядок дня вопрос о межлабораторных научных заказах (записка профессора Д. Н. Насонова и В. А. Энгельгардта в стенной газете в октябре 1934).

Вслед за исследовательской работой и наряду с ней идет работа по подготовке новых исследовательских и преподавательских кадров. Здесь институт выполняет общую директиву Народного комиссариата просвещения. За 3 года подготовки аспирант получает достаточную подготовку в диалектическом подходе к физиологическим проблемам и достаточно разнообразное знакомство с физиологическими методами исследования. Молодые люди входят в исследовательскую работу, выполняя экспериментальные задания, и после публичной защиты диссертации получают звание кандидата физиологии. Особенное внимание обращается на изучение иностранных языков. В 1934 г. получили звания кандидатов 14 окончивших аспирантов. Производственная жизнь института выражается также в специальном издательстве. В свое время Н. Е. Введенский в 1906 г. начал издавать «Работы физиологической лаборато-

рии СПб. университета», печатавшиеся в «Трудах СПб. общества естествоиспытателей» и выходившие затем отдельными оттисками. До своей кончины Н. Е. успел отредактировать и опубликовать 10 выпусков. Последний из них вышел в 1916 г. В 1930 г. издание возобновилось «Сборником работ физиологической лаборатории Ленинградского государственного университета» по случаю 25-летия научной деятельности А. А. Ухтомского; затем двенадцатым по хронологическому порядку сборником работ является выпуск «Трудов петергофского естествонаучного института 1930 г.». В 1934 г. выпущены XIII и XIV сборники под титулом: «Труды физиологического научно-исследовательского института Ленинградского государственного университета».

В настоящее время институт располагает персоналом в числе 4 ученых специалистов, 20 научных сотрудников, 24 аспирантов при 8 заведующих лабораториями.

Физиология животных и человека вступила некогда в жизнь Ленинградского университета через кафедру зоологии. Мы видели, как она существовала в эпоху Ф. В. Овсянникова и И. Ф. Циона в тесном единении с гистологической лабораторией, прежде чем выделиться и организовать самостоятельную лабораторию в эпоху И. М. Сеченова. В последнее десятилетие прошлого столетия и в два десятилетия нового университетская физиология под руководством Н. Е. Введенского живет все более самостоятельно по отношению к своим морфологическим родственникам, опираясь на существенно иные методы исследования в применении к явлениям жизни. Но еще очень долго, по традиции и *de jure* писалось в официальных документах, что преподавание физиологии существует у нас «при кафедре зоологии». Стремление физиологов ко все более самостоятельному существованию в университете отвечало разворачиванию все новых физиологических специальностей и лабораторий в университете после революции. Развитие и дифференцировка новых лабораторий около старой лаборатории Сеченова и Введенского делали университетскую физиологию довольно грузным и массивным телом среди университетских органов. Эта массивность уже сама по себе заставляла университетское управление говорить о физиологах как самостоятельной группе внутри университета. Со временем надо было придать этой группе организованное единство. С организацией физиологического института разнообразный и грузный массив превращается в достаточно лабильный рабочий ансамбль. Рост внутринститутского объединения и организации придает физиологам тем большую самостоятельность в жизни университета. Но организованная самостоятельность внутри университета ведет в ближайшем будущем к тому, чтобы физиологи смогли вернуться в семью университетских биологов и возобновить теснейшее единение с морфологами, зоологами, ботаниками, экологами и физиологами наследственности (генетиками). Первый шаг на этом очередном для нас пути сделан тем, что в самостоятельном физиологическом институте очень важное место принадлежит цито- и гистофизиологии. В ближайшем будущем наша очерченная задача — в разворачивании в институте работ по сравнительной физиологии. Тем самым физиология восстановит — только на существенно новых началах — свои старые и органические связи с зоологией уже не как ее бывлой сателлит, но как источник новой проблематики.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Григорьев. С.-Петербургский университет в течение первых 50 лет. СПб., 1870, стр. 208—213.
2. Университетский устав 1863 г., СПб., стр. 100.
3. Годичный акт СПб. университета 2 декабря 1866, СПб., 1867, стр. 26.
4. Григорьев, *op. cit.*, стр. 349—351, 403—404.

5. Бакст работал под руководством Гельмгольца над обменом газов в мозгу (отчет в Ж. мин. нар. просв., ч. СХХVI, СПб., отд. III, 1865, стр. 33 и затем над скоростью проведения возбуждений по двигательному нерву (Helmholtz und Vaxt. Monatsberichte d. Berlin. Akademie, Berlin, 1867, s. 228).
6. Суон. *Berichte der math. nat. Klasse d. k. sächs. Ges. d. Wiss., Lpz.*, 1866, S. 256.
7. Ж. мин. нар. просв., ч. CLXXV, СПб., отд. II, 1874, стр. 45—46.
8. Ж. мин. нар. просв., ч. CLXXVIII, СПб., 1875, стр. 110 протоколн. заседания Совета СПб. университета за вторую половину 1874/75 г., № 12, СПб., 1876, стр. 16.
9. *История Военно-медицинской Академии за 100 лет*, под ред. проф. Иванова-Скиона, СПб., стр. 619, 1898.
10. Цион. *Курс физиологии*, СПб., 1874, стр. 117—121.
11. Суон. *Methodik der physiologischen Experimente und Vivisektionen*, Lpz., 1876.
12. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за вторую половину 1875/76 г.*, № 14, СПб., 1877, стр. 29—30.
13. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за вторую половину 1876/77 г.*, № 15, СПб., 1877, стр. 15.
14. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1876/77 г.*, СПб., 1877, стр. 62.
15. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1877/78 г.*, СПб., 1878, стр. 62.
16. И. М. Сеченов. *Galvanische Erscheinungen an der Cerebrospinalise Axe des Frosches*, Pflüger's Archiv, Bd. 25, 1881, S. 281. *Hemmung spontaner Stromeschwankungen an der verlängerten Marke des Frosches*, Zentralblatt f. med. Wiss., II, 1882; *Calvanische Erscheinungen an dem verlängerten Marke des Frosches*, Pflüger's Archiv, Bd. 27, 1882, Врач, № 6, 1883.
17. См. библиографию работ И. М. Сеченова у Н. Е. Введенского, работы физиологической лаборатории СПб. университета, в. 1, СПб., 1906.
18. И. М. Сеченов. *Action de l'acide carbonique sur les solutions des sels et des acides forts* Annales de chimie de physique, t. 25, 1892.
19. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1878/79 г.*, № 19, СПб., 1879, стр. 89.
20. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1879/80 г.*, № 21, СПб., стр. 50—51, 1881. *Протоколы заседания совета СПб. университета за вторую половину того же года*, № 22, СПб., 1881, стр. 1.
21. *Годовой отчет по СПб. университету за 1882 г.*, СПб., 1883.
22. Н. Е. Введенский. Pflüger's Archiv, Bd. 25, 1881, S. 143.
23. Ухтомский. *Физиол. ж. СССР*, т. XVI, 1933, стр. 57—59, 61—69, 71; его же, 15 лет советской физиологии, Ленинград—Москва, 1933, стр. 60—62, 64, 72, 74—75.
24. *Годичный акт СПб. университета 8 февраля 1885 г.* Отчет о состоянии университета в 1884 г. проф. В. Р. Розена, СПб., 1885, стр. 8.
25. *Общий устав и временный штат императорских российских университетов*, СПб., 1884.
26. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за вторую половину 1885/86 г.*, № 34, СПб., 1886, стр. 145 и сл.
27. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1886/87 г.*, № 35.
28. В. Михайлов и Г. Хлопин. *Ж. русск. физ.-хим. о-ва*, т. 18, 1886.
29. И. М. Сеченов. *Автобиографические записки*, Москва, 1907, стр. 168.
30. И. М. Сеченов. *ibid.*, стр. 165.
31. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за первую половину 1887/88 г.*, № 37, СПб., 1888, стр. 30 и сл.
32. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за весеннюю половину 1888 г.*, СПб., 1888, стр. 3.
33. *Замечание Н. Е. Введенского*.
34. И. М. Сеченов. *Автобиографические записки*, стр. 180.
35. *Протоколы заседаний Совета СПб. университета за весеннюю половину 1888 г.*, № 38, СПб., 1888, стр. 7.
36. *Протоколы заседаний совета СПб. университета за осеннюю половину 1888 г.*, № 39, СПб., 1889, стр. 18.
37. Sherrington. *The integrative Action of the Nervous System*, New-York, 1906, p. 199.
38. Н. Е. Введенский. *Собрание сочинений*, т. II, Изд. Ленинградск. гос. ун-та, § 92, 1934, стр. 173.
39. Н. Е. Введенский, *ibid.*, § 91, стр. 169.
40. Н. Е. Введенский, *ibid.*, стр. 224, заключение.
41. А. Ухтомский. *Предисловие к II тому сочинений Н. Е. Введенского*, Loc. cit. стр. 1—2.

42. Отчет о состоянии и деятельности СПб. университета, составленный и читанный проф. П. В. Никитиным 8 февраля 1890 г., СПб., 1890, стр. 51.
43. Du rythme musculaire dans la contraction normale, Archives de physiol., 1891, p. 58. Du rythme musculaire dans la contraction produit par, l'irritation corticale, Archives de physiol., 1891, p. 253.
44. Dans quellee partie de l'appareil neuro-musculaire se produit l'inhibition, C. rend. de l'Academie, Paris, 7. Dec., 1891. То же, Вестник естествознания, 1891, № 1.
45. Врач, № 4, 1893; C. rend. de l'Acad. Paris, 12 Dec., 1892.
46. C. rend. de l'Acad. Paris, 24 juillet 1893.
47. Протоколы заседаний Совета СПб. университета, № 49, 1894, стр. 15.
48. Годичный акт СПб. университета 8 февраля 1895 г. Отчет проф. В. В. Ефимова, СПб., 1895; годичный акт 8 февраля 1896 г. Отчет проф. X. Н. Гоби, СПб., 1896.
49. Протоколы заседаний Совета СПб. университета, № 51, СПб., 1896, стр. 15. 1896.
50. Н. Е. Введенский. О взаимных соотношениях между психомоторными центрами, Ж. об-в. здравия, № 1, 1897, стр. 1.
51. Pflüger's Archiv. Bd. 82, 1900, S. 134.
52. См. второе развитие и дополненное издание трактата в немецком переводе: Pflüger's Archiv, Bd. 100, 1903, S. 1.
53. Работы физиологической лаборатории СПб. университета, I, СПб., 1906.
54. Н. Ф. Сакс. К учению о парадоксальной проводимости нерва. Работы физиологической лаборатории СПб. университета, III, СПб., 1909, стр. 1.
55. Н. Е. Введенский и А. А. Ухтомский. Рефлексы антагонистических мышц при электрическом раздражении чувств, нерва. Работы физиологической лаборатории СПб. университета, III, СПб., 1909, стр. 180.
56. G. Bourguignon, La chronaxie chez l'homme, Paris, 1923, p. 209.
57. А. Ухтомский. О зависимости двигательных кортикальных эффектов от побочных центральных влияний, Юрьев, 1911; его же — Работы физиологической лаборатории СПб. университета IV—V, 1911, стр. 1—231.
58. Н. Е. Введенский, C. rend. de l'Acad., Paris, t. 155, p. 231, 16 Jouillet 1912; Русский врач, № 22, 1912. Folia neurobiologica, Bd. 6, 1912, S. 591; — Ср. выше в литературе, № 22.
59. Работы физиологической лаборатории СПб. университета, IV—V, 1911, стр. 307.
60. Русский врач, № 51, 1913.
61. Отчет о состоянии и деятельности Петроградского университета, составленный проф. Д. С. Рождественским, Петроград, 1916.
62. Thöner, Pflüger's Archiv, Bd. 204, S. 747, 1924; *ibid.*, Bd. 206, 411, 1924; Воронцов, *ibid.*, Bd. 210, 1925, S. 672.
63. Н. Я. Перяа. О функциональных изменениях нерва и мышцы при пропускании постоянного тока, Юрьев, 1914; его же — Работы физиологической лаборатории СПб. университета, VI—VIII, Юрьев, 1913.
64. А. Ухтомский. Телефон как раздражитель, Русский физиол. ж., т. III, 1921, стр. 22.
65. Его же. К определению рефлекса, *ibid.*, стр. 20.
66. Его же. Простая механическая модель для демонстрации работы миофибриллы в перистой мышце, Русский физиол. ж., т. V, 1923, стр. 280; ср. А. Ухтомский. Физиология двигательного аппарата, Ленинград, 1927, стр. 78 и сл.
67. В. В. Аничков и Н. П. Резвяков. Русский физиол. ж., V, 1923, стр. 337.
68. М. И. Виноградов. Работы физиологической лаборатории СПб. университета, IX—X, 1914/15 г., стр. 145. Материалы к физико-химическому познанию парабิโอза, Сборник «Парабиоз», изд. Ком. академии, 1927, стр. 141.
69. Н. П. Резвяков. Русский физиол. ж., III, 1921, стр. 25—49; 1923, стр. 313.
70. М. И. Виноградов, Pflüger's Archiv, Bd. 204, 1924, S. 430.
71. О. И. Романенко. Колориметрическое исследование парабитического участка, Труды Петергофского естественнонаучного института, № 7, 1930, стр. 53; А. А. Ухтомский. О некоторых новых чертах парабิโอза, *ibid.*, стр. 3.
72. E. Gellhorn. Das Regmeabilitätsproblem, Berlin, S. 180, 1929.
73. См. некролог А. Ухтомского. Николай Евгеньевич Введенский и его научное дело, Русский физиол. ж., VI, 1923, стр. 5.
74. Обзор работы Петергофской физиологической лаборатории. Труды Петергофского естественнонаучного института, № 7, 1930, стр. 220.
75. А. А. Ухтомский. Доминанта как рабочий принцип нервных центров, Русский физиол. ж., VI, 1923, стр. 31; Принцип доминанты. Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы, I, 1925, стр. 60. Доминанта и интегральный образ, Врачебная газета, 1924, № 1.
76. К. М. Быков. Функциональная связь коры головного мозга с внутренними органами, Физиол. ж., СССР, т. XVI, 1933, стр. 93.

XV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ФИЗИОЛОГОВ*

Мы стремимся понять организм в его течении, в закономерностях его переходов и перестраивания во времени из одного состояния в другое. В течение тысячелетий научной мысли импонировало в особенности твердое тело с его постоянными свойствами. Его проще всего было сделать предметом научного исследования и предвидений. Механическое естествознание и считало своей нормальной задачей видеть повсюду, в том числе и в физиологии, всего лишь твердые тела и результаты их взаимодействия в организмах.

Там, где никак не удавалось свести явления на постоянные связи твердых тел и приходилось говорить все-таки о процессах и событиях, начинали импонировать в особенности случаи, когда два или несколько противопоставленных процессов образуют более или менее прочные равновесия, все вновь и вновь восстанавливающиеся. Тогда перед нами хоть и не твердое тело с однажды навсегда постоянными свойствами, то все-таки столь быстро возвращающаяся к исходному состоянию комбинация, что ее можно принять за чрезвычайное приближение к твердому телу с постоянными свойствами. Открывалась возможность приближенного возвращения к принципам древнего естествознания также для процессов и событий, поскольку они способны образовать равновесие. В физиологии это вело к обострению интереса, в особенности к моментам уравнивания противоположно направленных процессов и событий.

В обоих случаях — и при приведении событий к законам твердых тел, и при приведении их к законам равновесия — заманчиво была в особенности возможность понять события вне и независимо от времени. Уловить закономерности постоянные и от времени независимые, это и есть как будто самая подлинная задача знания. Традиция этого, по преимуществу *аисторического* естествознания древних греков и естествоиспытателей ренессанса до XVIII столетия включительно, живет в значительной мере между физиологами в наши дни, часто безотчетно, в других случаях с методологической настойчивостью. Там, где объявляется в качестве последней задачи невролога определение постоянной топографии нервных центров и постоянных путей сообщения между ними, равно как там, где сводят работу тканей и клеток на непрерывное уравнивание противоположно направленных процессов, в обоих случаях продолжают тенденции принципиально *аисторического* естествознания.

* Изд. АН СССР, М.—Л., 1936 (статья печатается в сокращенном виде).

Не зная, как можно было бы управиться достаточно точно с фактором времени, физики, химики, а за ними и физиологи долгое время были склонны объявлять, что исторический метод радикально различен с методом экзактного естествознания, а потому, уважая себя, физиологи и не должны входить в проблемы развития форм и функций жизни. С начала XIX столетия зоологи и ботаники, не дожидаясь разрешения экзактного естествознания и опираясь на палеонтологию, уловили выразительные влияния фактора времени и истории на организмы в связи с изменениями среды. При этом зоологам и ботаникам пришлось, не дожидаясь разрешения профессиональных физиологов, строить *физиологические гипотезы* о том, как могли и должны были происходить сдвиги в функциях, а затем в формах организмов под действием внешних факторов среды и внутренних факторов наследственности. В течение почти столетия получалось такое положение, когда морфологи опирались на физиологические схемы и допущения, построенные на свой страх, а физиологи систематически отвергали, будто судьба системы в предыдущие отрезки времени могла играть роль определяющего фактора в разрывании в ней текущих событий. Правда, у физиологов было еще очень много тем для разработки по заветам классической физики, т. е. по принципу, который профессор Пикар называл так остроумно *principe de non hérédité*. Но рано или поздно физиология сама должна была взяться за все более настойчиво заявляющий себя *principe de l'hérédité*, тем более что в своей воздержанности она оказалась отставшею не только от зоологов и ботаников, но и от физиков, которым пришло время углубиться в свою очередь в реальное значение фактора времени, истории системы для ее судьбы. Уже на нашей памяти стала строиться «сравнительная физиология». Значительно отстав на этих путях от морфологов, физиологи принуждены были пойти теперь по их следам, строя свои теории на первое время целиком по планам, проложенным сравнительной анатомией. При этом получалась очень поучительная комбинация: сравнительный физиолог, следуя морфологическим образцам, стал привыкать довольно успешно представлять себе преобразование функций в палеонтологических и макроисторических масштабах времени, но попрежнему был очень несклонен допускать, чтобы сейчас, под руками, в микроинтервалах истории, физиологическая функция могла складываться в самом деле и конкретным образом в непосредственной зависимости от текущих условий времени и от скоростей текущих микропроцессов. Совершенно очевидно, что назревшая и очередная задача новой физиологии — повести сравнительное изучение функций и их генезис, вооружившись фактором времени и истории еще для конкретных микроинтервалов хотя бы так, как это делается в новой физике. Перед молодой наукой сравнительной физиологии стоит задача, с одной стороны, фактически распространить физиологический эксперимент на все животное и растительное царство, с другой — внедрить исторический метод, — метод преемственности, — в изучение того, как складываются и преобразуются физиологические функции еще в микроинтервалах. Бесчисленные новые проблемы возникают здесь. И здесь новая физиология будет находить для себя обновленные и все углубляющиеся связи с новой физикой, а в то же время обновит свое значение для морфологии, не просто следуя за колесницей победительницы, но и давая ей руководящие критерии.

Чутье Мольера вложило знаменитое объяснение сновторного действия морфия из присущей морфию сновторной одаренности — в уста не простого обывателя, но самодовольного академического деятеля

ля — докторанта. Великий автор отмечал здесь, во всяком случае, известную культуру ума, влияние школы, приучившей исходить в объяснениях из вневременных, постоянных качеств вещей, из всегда себе равных «подлежащих». Обыватель просто «примечает», скромно накапливает «приметы» и ничем при этом особенно не рискует. Академический человек по старой привычке норовит превратить приметы в постоянные качества вещей, а затем из таких качеств пытается «объяснять» и рискует при этом многим. Между тем, к этому пути приближались иногда и первоклассные научные умы. Когда-то молодой и гениальный бловень судьбы Гемфри Дэви открыл закись азота и описал его как «веселящий газ» на том основании, что всякий раз, как он, Дэви, нюхал открытое новое вещество, он испытывал радость. Года через полтора склоняющийся к концу, старый и уже больной Тенар опубликовал работу, где сообщал, что, следуя рецептам сэра Дэви, закись азота он получил, но не понимает, почему это — «веселящий газ», ибо, нюхая его, он, старый Тенар, испытывал всякий раз лишь головную боль.

Примету надо еще расшифровать, прежде чем отправляться из нее для объяснений и предсказаний. Очевидно, во времена Тенара и Дэви не хватало слишком многого для того, чтобы расшифровать, отчего закись азота вызывала у одного лишь головную боль, а у другого — радость. Люди были слишком еще далеки от нынешней физиологии эмоций. Но было уже ясно, что открытый газ не является портативным разрешителем горестей человечества. И было своевременно и важно, что открыта закисная форма азота и удовлетворительный наркотик.

Очень важно было открытие профессора Кэннона, что эмоции сопровождаются появлением в кровяном русле человека продуктов внутренней секреции. Замечательно открытие профессора Отто Леви, что парасимпатический нерв выделяет при возбуждении холиновые производные, которые в сердце могут вызывать торможение. Но у нас, очевидно, нет права объявлять адреналин за производителя гнева или радости, ибо он открыт в крови также при волнении ожидания; а равно нет разумных оснований принимать холиновые производные за давно искомую «причину торможения», ибо, например, в кишечнике они уже не тормозят, а возбуждают.

И если бы даже ацетилхолин был гораздо более общим производителем торможения в органах, чем есть на самом деле, то во всяком случае предстояла бы задача расшифровать, как слагается его тормозящее действие и где его причина, но не объявлять ацетилхолин постоянной, вневременной и от времени независящею причиной торможения.

Вот почему утверждение современных гуморалистов и отчасти профессора Кэннона, что с открытием гуморальных факторов торможения оказывается разрешенною и сама проблема торможения, является не более как возвращением к вневременным фикциям, о которых мы только что говорили.

Выше был повод сказать, что укрывательство от затруднений, приносимых факторами времени, было главным побуждением для ссылок на *вневременные постоянства и вневременные зависимости*. Там, где не удавалось сослаться на постоянные предметы, одаренные постоянными качествами, новым способом укрыться от необходимости считаться лицом к лицу со временем и историей системы, была ссылка на *равновесия*. Там, где в организме есть относительное равновесие, это значит,

что есть в наличности обратимый процесс с возвращением к исходному состоянию. Чем скорее возвращение в исходное состояние совершается, тем более теория может исключить из соображений время и говорить об устойчивостационарном состоянии. Поскольку, однако, события жизни всегда текут в необратимой преемственности, равновесия и обратимость играют здесь второстепенную и служебную роль, биолог принужден все-таки считаться с временем как самостоятельным и никак не подлежащим исключению фактором. Поэтому реальное значение для физиологии имеют не столько схемы равновесия и обратимости сами по себе, сколько *относительные скорости и интервалы завершения* со-существующих в организме процессов. В зависимости от того, насколько успеет срочно закончиться процесс возбуждения в данной ткани, когда на нее должен упасть новый раздражающий стимул и она должна быть вовлечена в новую работу, мы можем иметь в ней два противоположных результата. Там, где дело идет *о сроках и темпах* связанных между собою реакций, длительность позволяет различить в себе *измеримые интервалы, относительная слаженность или расхождение* *которых в кооперирующих тканях и органах предreshает события в них.*

Из сказанного понятно исключительное значение превосходного доклада Дж. Баркрофта (Кембридж) на пленуме Конгресса 13 августа. *«Для тех, кто мыслит не столько в плане равновесий, сколько в плане скоростей, всегда интересно разобраться в том, в какой мере организмом используются возможности, соответствующие данным условиям, и составить себе суждение — в случае, когда использование возможностей почти полное, — является ли ограничивающий фактор химическим или физическим фактором, и какова именно природа этого фактора для данного случая».* Именно здесь в вопросе об ограничивающем факторе времени для беспрепятственного воспроизведения последовательных и одновременных процессов возбуждения, когда известны заранее скорости и интервалы времени для их завершения, работа Конгресса подошла вплотную к нашей *проблеме физиологической лабильности возбудимых систем.* Докладчик дал целый ряд примеров того, как точное измерение скоростей для отдельных физических и химических реакций должно вызвать существенную перестройку в «бщепринятых до сих пор представлениях о порядке протекания отпра-вления в органах. Узнать действительные порядки величины для отдельных компонентов в сложной реакции значит, обыкновенно, подвергнуть пересмотру и переоценке то, как представлялась эта реакция до сих пор на основании отдаленных и общих соображений. С особой наглядностью выступает значение катализаторных систем и ферментов там, где требуется обеспечение сроков в выполнении отдельных компонентов отправления. «Я попытался вкратце указать некоторые из тех областей, где изучение скоростей принесло пользу физиологии в прошлом. Заглядывая в будущее. я предвижу, что количество исследований, идущих в этом направлении, будет возрастать в логарифмической прогрессии, и что в будущем перед глазами тех, кто мыслит в категориях времени, будут раскрываться все более широкие горизонты». Так закончил свой пленарный доклад Баркрофт.

Доклад этот — ряд блестящих примеров того, какое значение могут иметь физиологические скорости и српки компонентов для окончательного результата. Он напоминает о необходимости *научиться думать во времени.* Иначе мы будем вновь и вновь сбиваться на примитивы в духе старых привычек мышления во вневременных постоянствах или в несуществующих равновесиях.

В прошлогоднем докладе на V Всесоюзном съезде я попытался изложить перспективы изучения проблемы «Возбуждения, торможения, утомления» с точки зрения скорости и сроков выполнения отдельных компонентов, т. е. с точки зрения нашего учения о физиологической лабильности. Те, кто упорно сопротивляется этому единственно научному пути в учении о торможении, говорят: может ли быть, чтобы от столь эфемерного фактора, как срок времени, мог зависеть переход реакции от + к —, от возбуждения к задержке? Нет! Дело наверное в более «постоянных» свойствах действующего вещества, во вмешательстве какой-то специальной «тормозящей сущности». Такие возражения сразу дают видеть лишь одно: непривычку думать конкретно, во времени и в интервалах. Если мы возложим на один и тот же участок фронта, на один и тот же момент его времени несколько заданий, мы скоро увидим, что продуктивность нашего участка расстроится для всех заданий при всем том, что он будет работать небывало много. Значит интервал и сроки времени — аргументы далеко не эфемерные и во всяком случае для истории событий более реальные, чем гипотетические вещества, раз навсегда одаренные тормозящим или веселящим действием.

В течение многих лет мне приходилось указывать, что учение о физиологической лабильности имеет самую тесную близость к популярному французскому учению о хронаксии. Делал это я не для того, чтобы настаивать на приоритете Н. Е. Введенского (1892), но для того, чтобы хотя такими сближениями привлечь внимание соотечественников к превосходным перспективам покойного нашего ученого. Конгресс помог обоюдному уяснению идеологических связей и перспектив в будущее, которые фактически имеются в физиологической школе Сорбонны и в нашей. В некоторых направлениях общие линии оказались еще глубже, чем я думал. В других, я надеюсь, они углубятся.

Поскольку в терминах Сорбонны и порог Дюбуа Реймона и хронаксия характеризуют собою «возбудимость» субстрата, приходится говорить о возбудимости большой и малой, быстрой и медленной. Эти пары отнюдь не обязательно параллельны. Вот почему было бы, вероятно, удобнее различать характеристики ткани, с одной стороны, по возбудимости, с другой — по скорости складывания в ней процесса возбуждения. Последняя характеристика по скорости складывания процесса возбуждения по природе своей весьма близка к параметру лабильности и отличается от последнего тем, что скорость складывания процесса возбуждения, или хронаксия, приходится во времени еще на скрытый период, лабильность же имеет в виду интервалы самих процессов выявившегося уже возбуждения. Поскольку Л. Лапик признает принцип «все или ничего», выявившийся процесс возбуждения должен быть для него инвариантным по величине, и темпы осуществленных токов действия, возможные для того или иного нервного или мышечного субстрата, должны быть постоянными, как для прежних немецких авторов постоянен «Eigenrythmus» для каждого нормального нерва и для каждого ганглия. Если фактически наблюдаются вариации в хронаксиях, то это возможно только потому, что они касаются латентных периодов, а латентные периоды признаются искони изменчивыми. Между тем для Н. Е. Введенского именно *лабильность принципиально изменчива*, ее изменчивостью, как аргументом, определяются *столь важные моменты нормальной жизни ткани, как переходы от возбуждения к торможению и обратно*. Изменчивость лабильности, т. е. числа отдельных приступов возбуждения данной ткани в единицу времени, принципиально мыслима лишь тогда, когда допускается изменчивость отдель-

ного возбуждения и его интервал. Только почуяв отдаленную возможность того, что *variabilité de l'excitabilité* в хронаксиях может как-нибудь в будущем перейти, чего доброго, в *variabilité de l'excitation*, строгие приверженцы девиза «все или ничего», — англичане, — готовы выплеснуть из ванны и самого невинного ребенка — хронаксию. Независимо от экспериментальных сомнений, подлинные поклонники «всё или ничего» не могут принять и намека на *вариативность в величинах импульса*. Экспериментальные возражения приходят здесь вторично. У тех, кто работает с хронаксиметром, стал возникать вопрос и о том, нет ли более или менее постоянных отношений между величиной хронаксии и величиной соответствующей волны возбуждения, принимая в расчет, что хронаксия зависит от того, как протекает зарядка субстрата под влиянием раздражающего тока, протекание же зарядки во времени зависит от емкости субстрата, от которой зависит также и величина тока действия. Подлинный путь сближения с лабильностью Введенского и стал открываться после того, как М. Лапик в 1923 г. обнаружила закономерную *вариативность хронаксий* в зависимости от определенных условий, а Моннье и Жаспер в 1932 г. увидели, что *и сами токи действия при этом также изменяются*. Эти авторы увидели, что, сохранив свою связь с центральной нервной системой, нерв лягушки характеризуется: а) более высоким порогом Дюбуа Реймона, б) укороченной хронаксией, в) более высокой амплитудой тока действия, г) меньшей скоростью его проведения, д) более короткой рефрактерной фазой. Весь этот симптомокомплекс согласно французским авторам, отвечает такому состоянию нерва, как будто он был в состоянии стационарного анэлектротона. Вообще же хронаксия изменяется почти пропорционально восходящему колену тока действия. Вот где начинается «таинственная тема», по выражению Ганса Шефера (1934): поистине таинственная для всех тех, кто непоколебим в догмате «все или ничего»!

Теперь я считаю необходимым обратить внимание на следующие стороны дела. Переходы от возбуждения к торможению и обратно, по Н. Е. Введенскому, зависят от более или менее быстрых сдвигов лабильности в путях нервного проведения, т. е. от более или менее быстрых и срочных перемен в количестве отдельных возбуждений, которые могут осуществить в себе участки проведения. Затем, согласно нашему учению о перизлектротоне, стационарный источник возбуждения на проводнике (поперечный срез, парабитический участок, ганглиозная клетка) на весь период своего действия развивает вдоль по проводнику стационарное электротоническое действие, притом так, что если в альтерированном или возбужденном участке развивается катэлектротон, то в прилежащих областях проводника тем самым должен развиваться, анэлектротон; а далее может быть новая область катэлектротона. После Н. Е. Введенского это достаточно обстоятельно выяснялось и выяснено И. А. Ветюковым, Л. М. Шерешевским, Н. П. Резвяковым, Л. Л. Васильевым и И. А. Аршавским. Что парабитический блок с его сниженной лабильностью преодолевается анэлектротонном, это доказано М. И. Виноградовым еще в 1917 г.; и что за этим кроется повышение лабильности (значит — сокращение хронаксии), это разъяснено мною в 1930 г.

В сопоставлении с данными парижской школы о субординационных сдвигах хронаксии вдоль по нервному проводнику мы приходим к заключению, что во время перизлектротона и под влиянием активности центров в нерве очень быстро возникают на всем протяжении уста-

новки, способствующие то ускорению текущих реакций (повышению лабильности), то замедлению их (снижению лабильности), а в связи с этим возникают подготовки то в пользу экзальтации, то в пользу торможения при прочих равных условиях внешнего раздражения. В опыте Левинсона простое защемление челюсти лягушки резиновым кольцом увеличивает хронаксию седалищного нерва на 50—60%; со снятием лигатуры хронаксия возвращается к норме; если перерезать нерв во время действия защемления, хронаксия нерва уже не меняется. Значит, защемление вело к «исчезновению субординации», к снижению лабильности на путях. От себя добавим: и к торможению рефлексов на время защемления, — как мы это знаем из обыденных опытов.

В своем докладе, любезно прочитанном перед нашей университетской аудиторией, Лапик провел параллель, с одной стороны, между законом относительной физиологической лабильности и общим учением о хронаксии, с другой — между учением о доминанте и субординации хронаксии. Относительно последнего сопоставления он говорил, что здесь дело идет, быть может, об одном и том же порядке фактов с той разницей, что я наблюдал в «доминанте» из центра его командующее значение над периферией, тогда как М. Лапик наблюдала то же самое из периферических путей, как их «подчинение» центру. Затем субординирующим центром у Лапика принимается область средних частей головного мозга, а доминанта в опытах Уфлянда над обниманием весенней лягушки складывалась, очевидно, также в области средних частей мозга. В таком случае мы имели бы сразу два моста, соединяющих учение о хронаксии с проблемами нашей школы, — это, во-первых: субординация \rightleftharpoons перизэлектротон, во-вторых: субординация \rightleftharpoons принцип доминанты.

Второе сближение, которое делает честь принципу доминанты, должно пока остаться под вопросом, поскольку в доминирующее положение может становиться всякая центральная реакция, а отнюдь не исключительно центральная группа *dienserhalon* и среднего мозга; и в положении сопряженного торможения может быть любая реакция, мало совместимая с подготовленной сейчас центральной деятельностью. Для меня несомненно органическое сродство или даже тождество пары: «субординация \rightleftharpoons перизэлектротон». В этом направлении ближайшее отношение к учению о субординации из наших работ имеет статья Н. П. Резвякова «О сопряженных изменениях раздражительности нерва».¹

Затем наши данные о том, что достаточно настойчивый ряд относительно сильных импульсов может подчинить себе текущую лабильность раздражаемого субстрата и заставить вибрировать этот последний в свой темп в порядке *усвоения ритма* (Ухтомский, 1928), — имеют вне всякого сомнения теснейшее отношение к явлениям «парарезонанса» (Моннье, 1934). Но здесь требуется существенная оговорка, ибо мы приближаемся к характернейшему пункту в учении о лабильности по Н. Е. Введенскому, и именно тут должно решиться, насколько в самом деле теоретические и принципиальные пути лабильности и хронаксии отныне сойдутся. Для нас, как и для Н. Е. Введенского, изохронизм («изопериодика») на путях проведения есть условие проведения, но этот изохронизм отнюдь не обязательно дан *заранее*, но может *устанавливаться под влиянием самих последователь-*

¹ «О сопряженных изменениях раздражительности нерва» (Новое в рефлекс. и физиол. нервн. систем. 1, 47, 1925).

ных импульсов. Поэтому условия и законы проведения для последовательной серии импульсов не являются простым следствием или повторением законов проведения для одиночного импульса, и *изохронический резонанс устанавливается в путях* под действием самих тетанизирующих импульсов. Отсюда, во-первых, складывание своеобразного ансамбля *последовательных импульсов*, имеющего сигнальное значение в резонировании сотрудничающих станций (см. выше доклад П. К. Анохина) и, во-вторых, возможность образования *вторичных и производных резонансов* на путях от последовательного ряда колебательных разрядов токов действия по принципу взаимодействия «контуров связи» (см. выше доклад А. В. Леонтовича).

В своем пленарном докладе 17 августа профессор Л. Лапик сказал, что, отмечая в свое время своих предшественников в науке: Э. В. Брюкке, Криза, Энгельмана, Уоллера, он забыл упомянуть о Н. Е. Введенском и теперь восстанавливает справедливость. Может быть, забвение имени Н. Е. Введенского при воспоминании о названных авторах имело свои основания в том, что наш ученый говорил не совсем о том, с чем связаны имена этих предшественников учения о хронаксии? Знаменитые авторы, упоминавшиеся в трактате Лапика, заговорили в самом деле впервые о значении *фактора времени* для процесса проведения возбуждения через физиологический субстрат, Введенский же поднял впервые вопрос об *условиях изменения фактора времени* на ходу проведения и, стало быть, о возможности *владения фактором времени* в текущей жизни ткани.

Таким образом, здесь, в упоминании имени Введенского в ряде прочих имен, дело не столько в восстановлении справедливости, сколько в признании, что законы физиологической лабильности начинают собою совсем новую проблематику, перспективы которой лежат перед нами еще далеко впереди.

Мне остается здесь сказать, с какими докладами на Конгрессе выступали наши университетские работники (Ленинград). Их сообщения объединялись тем общим положением, что гуморальные факторы возбуждающего или тормозящего взаимодействия между органами не заменяют и не исключают самостоятельного значения собственно нервных (эксцитарных) факторов возбуждения и торможения. Первые создают известную *подготовку* органов с тенденцией к реакциям в сторону возбуждения или торможения, но *решающее значение* — сложится ли для текущего момента реакция возбуждения или задержки — принадлежит все-таки тому, с какими интервалами и с какою мощностью будут действовать нервные импульсы. Сдвигами лабильности действующего субстрата под влиянием гуморальных факторов, с одной стороны, частоты и силы импульсов — с другой, получаются переходы от тонуса к тетанусу (С. И. Горшков и К. А. Гусева). Гуморальный, вегетативный эффект остается скрытым, пока пришедшие нервные импульсы не выявят в ткани подготовку к снижению лабильности или, напротив, к поднятию ее. В последнем случае мы и будем иметь усвоение ритма (М. В. Кирзон). Умеренная деятельность нерва сама по себе повышает его поляризуемость, а это само по себе, независимо от гуморальной подготовки, может способствовать повышению лабильности и усвоению ритма (Е. К. Жук). Сеченовское торможение рефлексов через вегетативное влияние может быть и подкреплено, но также прекращено анимальными нервными импульсами (П. А. Киселев и Н. В. Голиков). Эти вегетативные торможения спинальных рефлексов на тепловых развиваются на децеребрированных препаратах во время тош-

ноты, а в присутствии коры во время агрессивных реакций на добычу. В обоих случаях перед нами срочное сопряженное торможение, координированное с доминантами тошноты или агрессии (Э. Ш. Айрапетьянц и В. Л. Балакшина). Наблюдения над своеобразными доминантными установками при половинном или полном удалении коры головного мозга сообщил, как мы видели, М. И. Рафики. В докладе на пленуме А. А. Ухтомский дал основные перспективы относительно значения физиологических сроков и фактора лабильности, как меры переменных скоростей для элементарных процессов в тканях, в зависимости от которых акты возбуждения переходят в акты торможения и обратно.

ВЕЛИКИЙ ФИЗИОЛОГ¹

В два часа ночи на 27 февраля 1936 г. на 87-м году жизни скончался Иван Петрович Павлов, великий физиолог Советского Союза и мировой науки. Всего 8 месяцев тому назад XV Международный конгресс физиологов поднес ему звание *princeps physiologorum mundi*.

Для того чтобы такое признание мирового старейшинства за нашим ученым, вообще, могло состояться, он должен был быть в самом деле богатырем в науке, так как ему надо было преодолеть и традиционное высокомерие западных ученых по отношению к русским и нарочитое предубеждение против СССР. В чествовании Ивана Петровича участвовали одинаково горячо и англичане, и французы, и немцы, и итальянцы, и японцы, и американцы.

Еще недавно приходилось слушать, что у себя на родине русские работники не могут, будто бы, стать действительно мировыми учеными. На погребении Софии Ковалевской говорилось, что она стала тем, чем была, благодаря тому, что имела счастье сравнительно рано уехать со своей родины. Павлов наглядным образом разрушил этот предрассудок. В 1924 г. Иван Петрович высказал, что одним из важнейших двигателей его работы было желание послужить доброй славе русского народа. Это желание маститого ученого исполнилось: работы Павлова в самом деле послужили доброй славе и не одного русского народа, но всего братского союза народов, который начал собираться у нас.

Имя Ивана Петровича Павлова пользовалось несравненно большей популярностью в широких кругах Западной Европы и мира, чем имена крупнейших наших ученых прежнего времени, скажем — Ломоносова, Лобачевского или Менделеева.

У нас в Ленинградском университете, в старых стенах его актового зала, известие о кончине Павлова собрало одну из таких сходок, которые памяты нам здесь по наиболее волнующим моментам 1905, 1910, 1917 годов. Дело и имя покойного вывело физиологию далеко из ее прежних пределов более или менее специальной медицинской или зоологической дисциплины. Если ее задачи и новости горячо волнуют в наши дни и теоретика знания, и математика, и физика, и психолога, и социолога, то в этом чрезвычайная роль принадлежит, конечно, Павлову и его открытиям.

Наш университет имел еще и особое основание горячо отозваться на кончину своего почетного члена и великого ученого потому, что Иван Петрович начал свое физиологическое воспитание и исследовательскую деятельность в его стенах. Это было еще в досеченовский

¹ Природа, № 3 за 1936 г., стр. 10.

период физиологической кафедры у нас. В 1873—1874 гг., при тогдашней кафедре «анатомии человека и физиологии животных», под руководством профессора Циона, была выполнена и затем награждена золотой медалью совместная работа двух студентов И. Павлова и М. Афанасьева под заглавием «О нервах, заведующих работою в поджелудочной железе». Это была первая экспериментальная работа И. П. Павлова, положившая начало знаменитой серии его работ над деятельностью пищеварительных желез. По окончании нашего университета И. П. перешел в Военно-медицинскую академию вслед за своим учителем Ционом, получившим там кафедру. Здесь вскоре стали развлекаться его работы по кровообращению и по пищеварительной секреции. Работы по иннервации пищеварительных желез стяжали И. П. уже всемирную известность и нобелевскую премию в 1904 г. С 1902 г. начинается новая и главная серия работ Павлова над кортикальными рефлексам. Перспективы и предвидения И. М. Сеченова относительно рефлексов головного мозга и их роли в поведении человека и животных превратились здесь в новую экспериментальную дисциплину, привлекая к себе небывалую по числу участников школу исследователей по «условным рефлексам», стоящую в центре внимания современных физиологов и психологов всех стран. И. П. сумел увидеть в ближайшей к нам вседневной действительности незамеченный и не оцененный до сих пор класс физиологических явлений, которым принадлежит определяющее значение для нашего поведения. Можно сказать, что отвлеченно отмеченные британскими психологами факты «ассоциации идей» Павлов впервые увидал с совершенной наглядностью в их физиологическом действии. Механизмы ассоциации, до сих пор лишь нащупанные поэтами, философами и психологами, взяты в руки физиологом во всей их слепоте и стихийности, в их явочном и, вместе, роковом значении. С этого момента приоткрывается дорога к экспериментальному управлению ими, а через них и поведением.

Работы по кровообращению, по пищеварительным иннервациям и по условным рефлексам — это три основные линии работ Павлова. Они пронизывают, так или иначе, весь состав нашей науки. И этим достаточно объясняется то обстоятельство, что исследовательская мысль Павлова проникала во все отделы физиологического искания, во всех частях физиологии мы встречаем его имя. Нет такой главы в физиологии, где бы не был оставлен более или менее прочный памятный след работы И. П. Павлова.

Движение, вызванное в науке поисками и открытиями И. П. Павлова, огромно. Мне не раз еще при жизни его приходилось высказываться, что действительная оценка значения его и его работ — дело будущей истории. Должным образом сможет оценить его лишь будущая наука. Это значит, что лишь по мере того, как начатки и завязи новых исканий, заложенных в науке Павловым, найдут себе принадлежащее им место в развешивании будущей человеческой мысли и знаний, откроется и возможность указать их подлинную роль в истории науки.

Подлинное взвешивание и оценка того, где Павлов был безусловно прав и где он мог заблуждаться, придут после нас спустя, вероятно, достаточное время после того, как мы, его современники, со своей стороны, успеем проделать свой жизненный путь. Мы сделаем поэтому лучше, если не будем пытаться превосходить историю и взвешивать объективную значимость дела Ивана Петровича. С достаточным основанием мы можем пока говорить о том, чем он был для нас, своих современников; здесь за нами во всяком случае права и преимущества

носителей непосредственных впечатлений, вероятно, более или менее близоруких.

Для всех нас кончина Павлова в его возрасте не могла быть неожиданностью; и все-таки почти на каждого из нас она произвела впечатление катастрофы. Ее все ожидали, и все были ею поражены! Это значит, что его лицо, говоря в его терминах, было весьма значительным «условным раздражителем» почти для каждого из нас, при всем том, что мы в этом и не отдавали себе, может быть, полного отчета. Неугомимый искатель новых и неизведанных сторон действительности, подлинный «муж желаний», он не мог не захватывать и не задевать так или иначе тех, с кем соприкасался. В разные моменты жизни и в зависимости от нашей текущей установки лицо И. П. оказывалось для нас то бодрящею вехою на пути наших собственных исканий, руководителем и вождем небывало многолюдной научной школы, то очень упорным и несговорчивым противником, заставлявшим заранее отступать своих собеседников, то необыкновенно простым и доступным всякому из нас прозрачно последовательностью в ходе мысли и экспериментального исследования, то человеком, необычайно легко поддающимся под стороннее влияние, то мощным тормозом на расстоянии в поведении своих учеников, то почти детски беспомощным перед лицом новых исторических изданий в жизни родного народа. Это был человек одинаково настойчивой и упругой страсти как в научных поисках, так и в предубеждениях, сохранявший эти черты еще и глубоким старцем в окружении молодежи, вместе с необыкновенной подвижностью и восприимчивостью мысли, делавшими его до последних дней фактически ведущим и командующим среди его учеников при обсуждении новых лабораторных фактов и текущих экспериментальных перспектив.

Во всяком случае и у друзей и у противника Павлов пользовался самым искренним, живым уважением и любовью. Дело идет не об отвлеченном головном уважении, о холодном «эстиме», но о подлинно горячем и безраздельно преданном уважении — любви, которое удается людям наблюдать в себе не так часто, как не часто встречаются в природе и поводы, которые могут внушить такую безраздельную преданность. Мы знаем, что человечество исключительно дорожит в своей среде теми лицами, которые сумели внушить к себе такое уважение, стремится сохранить себе их первоначальный образ и ради этого многое извиняет. Нужно ли говорить о практическом значении этой полуинстинктивной тяги человечества к крупным представителям в своей среде? Это ею сколачиваются и окончательно оформляются великие стихийные движения человечества; ею разрозненные группы номадов собираются в непобедимые армии, потрясающие неодолимыми до того твердынями; и ею же строятся исторические философские и научно-исследовательские школы. Отвлеченно можно задать вопрос — оттого ли возникает эта инстинктивная тяга людей к определенному лицу, что лицо это в самом деле несет с собою исключительные задатки в историю; или лицо делается крупным впервые от того, что стихийно создалась к нему тяга многих людей? В действительности здесь, как и всегда, субъективное и объективное идут об руку и соотносительно, непосредственно переходя одно в другое. Люди находят себе учителя по себе и насколько его заслужили; и лицо учителя в значительной мере растет и поднимается силами учеников; но он должен со своей стороны нести и поднимать на своих плечах очень многое, дабы выдержать в течение десятилетий множественную проверку все обновляющегося состава учеников, оставаясь их вдохновителем; И. П. Павлов был руководителем работ и вож-

дем школы в течение пятидесяти лет с возрастающим успехом. Как учитель и вождь молодых поколений физиологов он может быть сопоставлен лишь со своим старым учителем Людвигом.

Русский семинарист конца шестидесятых годов, поступающий на отделение естественных наук, молодой Павлов был представителем того поколения, которое было чем-то вроде итало-французского ренессанса на русской почве. Освобождение человеческого лица, провозглашение доверия к его натуральным побуждениям, реабилитация страсти и инстинкта, как двигателей «здорового легкомыслия» натурального человека, освобожденного от общественных тормозов, — вот эти черты запоздалой у нас эпохи Джордано Бруно и Декарта. Инстинкты и страсти — это движущие силы поведения, которые становятся часто борцами с холодно рассуждающей мыслью, но без которых сама мысль давно заглохла бы, лишенная импульсов и предмета своего применения. В то же время противопоставленные мысли инстинкты и страсти — это стихия слепая и, в то же время, принудительная, как «закон природы», действующий явочно и со своим собственным смыслом, как всякий другой натуральный механизм, который мы изучаем в физике и в технике. Таковы установки осознавшего себя ренессанса в знаменитом трактате Декарта «Les passions de l'âme», где впервые поставлена проблема физиологического «рефлекса» и завещано понять организм как «рефлекторную машину». И. П. Павлов принципиально в теории был верен, и хотел быть верен до конца, картезианскому знамени и тогда, когда предавался исключительно по мастерству изучению одного рефлекторного механизма за другим в пищеварительном тракте, и тогда, когда заговорил потом уже явно не картезианскими терминами, например, в 1916 г. в докладе о «рефлексе цели», или когда в 1917 г. выступил с речью о «рефлексе свободы». В картезианстве и в исторической среде, в которой оно процветало, были характерные и отчасти противоречивые черты: с одной стороны, индивидуалистический рационализм, рассудительный и придиричливый, часто мелочной, самодовольный и желчный; с другой стороны, романтические порывы вроде знаменитого требования обратить все миропонимание в конечном счете в геометрию, довести науку рано или поздно до состояния «универсальной геометрии». Когда мы, нынешние, читаем об этом у Декарта, мы спрашиваем себя с робостью и благоговением перед великим французом: что это было у него — блестящая шутка гениального ребенка? или серьезно он мог ставить науке будущего задание постичь поведение зверя, как движение астрономического тела, в терминах чистой кинематики? Характерным образом романтический порыв в область универсальной геометрии повторяется у И. П. Павлова, когда он представляет физиологию будущего сложную математическую выкладку, испещренную «величественными интегралами». Нам понятны праздничные мечты, которые может позволить себе творец науки в часы досуга, когда родная стихия мысли перестает быть для него суровым текущим трудом и становится «fröhliche Wissenschaft»!

Но И. П. Павлов не был кабинетным ученым. Наука была для него не радостною мечтою, не «fröhliche Wissenschaft», но трудом жизни, который не дает покоя, ставит все новые задачи, открывает новые горные рубежи, через которые надо будет еще переваливать! Классическому картезианству предстоял перевал от установок учителя к Ньютону. Остаться ли до конца верным обещанной учителем прекрасной теории, которая должна дать, во-первых, безупречную логическую последовательность вполне однородной и чуждой противоречий геомет-

рической интерпретации мира, и во-вторых, радость и счастье, не выходя из кабинета? Или последовать самоотверженной тяге к реальности, какова она есть, с готовностью, ради нее, отбросить по-ньютоновски излюбленные гипотезы и привычные подпорки? Этот трагический момент перевала от Декарта к Ньютону был, в конце концов, борьбою консервативного цеплянья за излюбленную теорию, с одной стороны, и практической необходимостью овладеть неожиданными, но настойчивыми зависимостями опыта — с другой. То был перевал от чистой геометрии к классической динамике. И. П. Павлову предстоял горный рубеж, несравненно более трудный и опасный, встававший на его пути. Это рубеж от физиологической теории и методологии к зависимостям психологического опыта. Как можно было бы перевалить и войти в эту совсем новую область, не переставая быть физиологом и не обрывая с прежними руководящими ориентировками?

И вот, на перевале через этот рубеж, от физиологической теории к психологическим фактам И. П. принужден был двигаться, руководствуясь уже не столько последовательностью формальной логики, сколько гениальной догадкой и прозрением. Оглядываясь на прежнюю теорию и придерживаясь прежних терминов, но улавливая родовым образом новые факты и зависимости, И. П. был принужден внести в дело на свой страх совершенно новые понятия, которые никак не укладываются в картезианские схемы. Если для физиолога декартовского толка рефлекс есть искомый готовый механизм, отправляясь от которого должно найти себе объяснение текущее действие организма, то И. П. Павлов поставил со всей отчетливостью великую, новую проблему: как делается рефлекс и рефлекторный механизм из тех действий, которые совершаются в организме еще до него и до того, как установилась рефлекторная дуга. Родилась идея и проблема «временной связи». Вместе с тем Иван Петрович перестал быть прежним человеком ренессанса и картезианства. Он фактически перерос все установки ренессанса и картезианского естествознания.

Прежде всего И. П. фактически и принципиально перешел к *исторической концепции* от тех геометрических и механических схем, на которых хотел стоять до сих пор.

И далее: в абстрактном мире Декарта, в абстрактном мире механики, есть ли и могут ли быть допущены реальные и в то же время «противоречащие» факты? Если бы таковые оказались, не сочли ли бы мы их за указания на недостаток нашей теории или восприятия? Иными словами, мы считаем в абстрактном естествознании за аксиому, что реальные факты не могут быть в принципиальном противоречии между собою, и теория должна уметь во всякое время примирить их мысленно. Между тем с приближением к полноте конкретной действительности, начиная примерно с «физиологии поведения», все более настоятельно дает себя знать то обстоятельство, что противоречащие и несогласуемые факты есть; признать их — это не значит примириться с недостатками абстрактной мысли; для их примирения уже нельзя обойтись никакими фокусами теории. Нужно действие. Бесчисленные новые факты взаимно тормозящего и взаимноподкрепляющего действия двух одновременных иннерваций в интересах гармонии целого даны нам Павловым и его школою за последние годы.

Когда мы говорим о физиологии головного мозга, хочется повторить историческую фразу: «двадцать три века смотрят здесь на нас». Двадцать три века прошло с тех пор, как физиологическая мысль попыталась дать отчет в значении этого органа. Не легко прибавить

принципиально и методически новую главу в столь древней области человеческого знания!

Физиология условных рефлексов начинает здесь собою вполне новую и оригинальную главу. Нужен был исключительный человек, чтобы положить это начало. Всякий новый шаг здесь будет напоминать нам об Иване Петровиче Павлове. Пока в этой новой главе перевернута лишь первая страница. На этой странице записан громадный эмпирический материал, который ждет углубленной теоретической разработки.

Н. Е. ВВЕДЕНСКИЙ

(По поводу 15-летия со дня кончины)¹

В текущем году исполняется 15 лет со дня кончины славного русского физиолога Н. Е. Введенского. Он скончался 3 IX 1922 г. на родине — за Вологдой, в селе Кочкове. Скромный и неразговорчивый, недоверчивый и замкнутый человек, предпочитавший оставаться в тени, не выделяясь из людей, в то же время предприимчивый, крепкий труженик, инициативный и упрямый искатель новых дорог. Скромность и несколько суровая замкнутость Николая Евгеньевича создавали в нем производную черту — он не умел и не хотел искать популярности, его ценили — и ценили очень высоко — те, кому доводилось поближе вникнуть в его научные замыслы и поиски, но преобладающее большинство тех, мимо которых он проходил в жизни, мало останавливали на нем свое внимание. Студенчество, за исключением ближайших специалистов и сотрудников, знало его мало, потому что он не любил читать лекции и мало занимался ими. Та публика, которой создается популярность в столице, — для физиолога это врачи — мало разбиралась в проблемах физико-математической физиологии, которыми была занята мысль нашего ученого. За всю свою литературную деятельность Николай Евгеньевич не написал ни одной популярной статьи в техническом смысле «популяризации науки». Научного значения его исканий нельзя было уловить «между прочим», в приятном досуге популярных лекций. Для того, чтобы в самом деле понять его задачи, нужно было серьезно приниматься за дело — лабораторную работу.

Я сказал, что Н. Е. не любил читать лекции и очень мало занимался ими, но он мог читать превосходно и с исключительным успехом, когда в нем загоралась захватывающая его тема и он чувствовал перед собой соответствующую аудиторию. На XI съезде естествоиспытателей и врачей после доклада Н. Е. делегаты высказали убеждение, что это, наверное, один из самых увлекательных лекторов университета, и очень удивлялись противопоказаниям. Обыденные лекции Николая Евгеньевича были небрежны и скучны.

О своих собственных работах и достижениях Н. Е. никогда ничего не говорил на лекциях, за исключением фразы, которую произносил патетически: «Нерв не утомляется». Дело было, кроме всего прочего, в том, что Н. Е. не был профессионалом-лектором; хорошо читать он мог лишь о том, что захватывало его самого. В обыденной аудитории он предпочитал не читать, а показывать опыты. Любимым делом и призывом для Н. Е. была экспериментальная работа вдали от всякого шума, по возможности в самом далеком кабинете лаборатории, один

¹ Физиологический журнал СССР, т. 23, стр. 183, 1937.

на один с препаратом. С волнением вспоминал Н. Е. слова Дюбуа Реймона: «Пятнадцать лет моей жизни было поглощено созерцанием магнитной стрелки гальванометра». Сам о себе в последнюю беседу со мной тотчас после его юбилейного чествования взволнованный Н. Е. сказал: «Ведь можно сказать, что я провел жизнь в обществе нервно-мышечного препарата».

Были и еще черты в Н. Е., которые поддерживали его замкнутость и мешали его популярности, — это его большая недоверчивость к новым знакомым. Собеседник Введенского почти все время чувствовал, что является предметом недоверчивого наблюдения и тщательного изучения со стороны Н. Е. С трудом Н. Е. сближался с людьми и в тех редких случаях, когда он отступал от обычая работать один на один с препаратом, он привлекал себе сотрудников в работе на очередную тему, — это значило, что самому ему нет достаточного досуга или начинают изменять силы: призванный же сотрудник во всяком случае прошел через самое жесткое исследование, прежде чем заслужил доверие.

Когда Н. Е. был помоложе, его лаборатория была, можно сказать, в непрерывной работе, и ее обиход требовал от нас, ее органических сотрудников, неопустительного ежедневного присутствия. Когда на второй год моей службы лаборантом я пришел в одно из воскресений после полудня, Н. Е. встретил меня вопросом: «Куда это вы шатаетесь?» Жизнь в лаборатории шла в самом деле очень деятельно. Нередко бывало, что отдельные работники для очередных тем оставались в лаборатории по ночам, войдя в соглашение со служителями относительно ключа, который перед уходом домой ранним утром надо было оставлять под вышкой в коридорном дымоходе. Сам Н. Е. свои телефонические исследования проводил по ночам и не возражал против ночной работы сотрудников, когда этого требовало дело. При такой активной жизни в лаборатории у Н. Е. была возможность узнать своих работников. Когда Н. Е. подмечал хотя бы намек на подтасовывание фактов или выводов со стороны работника, это неисправимо ложилось на все дальнейшие отношения Н. Е. к сотруднику. В личных отношениях Н. Е. был, несомненно, высоко терпим и продолжал помогать сотруднику и поддерживать его работу и тогда, когда работа развивалась вопреки взглядам и ожиданиям патрона или даже вела к попыткам принципиального оспаривания последнего.

Бывали случаи, когда в лаборатории начиналось брожение против патрона, совершенно несправедливое и по существу глубоко обидное для Н. Е. Как это часто бывает, дело начиналось с того, что кто-то ускоренно высказался, не додумав своей речи до конца, кто-то другой повторил, а потом начало складываться «общественное мнение». Так, у нас в самые последние годы жизни Н. Е. поднялась была волна протестов против того, что Н. Е. «приписывает себе» учение о периелектротоне, тогда как оно, по нашему мнению, принадлежало Н. Я. Перна. Дело в том, что Перна изложил факты периелектротона в диссертации 1912 г., но заподозрил их ошибочность; эта осторожность, по нашему мнению, не отнимала у Перна права на «приоритет», и у нас началось «будирование». На меня выпала доля высказать Н. Е. наши протесты, и я почувствовал себя до болезненности неловко и за себя и за товарищей, когда Н. Е. очень просто и добродушно сказал: «Ведь мне эти явления известны с 1900 г., только я считал их тоже за методическую ошибку, как потом делал это Н. Я. Перна. Вся разница в том, что теперь я стал понимать их нормальное значение!» Постепенно, уже

после смерти Н. Е., уразумели мы всю степень нашей оплошности, в особенности после того, как Н. П. Резвяков выискал в старой статье Введенского 1900 г. описание периелектротонических фактов. Сам же Н. Е. был достаточно нравственно деликатен, чтобы как-либо напомнить нам об этой истории.

Биография Н. Е. как научного деятеля чрезвычайно монолитна. За исключением двух-трех работ, стоящих особняком, весь длинный ряд его исследований представляет собой по существу единый, последовательно развивающийся путь раскрытия законов нервного проведения через звенья, каждое из которых характеризуется своим особым интервалом возбуждения, закономерно изменяющимся в известных пределах на ходу реакции. Из законов изменения интервалов и ритмов активности под действием текущих импульсов получаются непрерывные переходы в конечном исполнительном приборе от эффектов возбуждения к эффектам торможения и обратно. Два основных типа нервного эффекта — возбуждение и торможение — раскрываются как качественные преобразования физиологического действия в зависимости от количественной характеристики стимула и лабильности субстрата в данный момент.

Н. Е. Введенский внес глубоко оригинальные замыслы и перспективы в физиологическую науку. Вот эта большая и смелая оригинальность замыслов, как это ни странно, играла в свою очередь роль затрудняющего обстоятельства для признания у нас их автора. Н. Е. Введенскому, так же как и И. П. Павлову, приходилось наталкиваться на предубежденное критиканство во имя нарушенных будто бы прав и авторитета заграничной науки. Еще не разобрав в достаточной степени новой мысли в ее своеобразии и в значительности ее перспектив, критик спешил встать в позу глубокомысленного снисхождения: конечно, тебя без скуки слушать можно, но лучше бы все-таки справиться у иностранцев.

Правда в том, что если бы Введенский был не русским, а иностранным ученым, то в рабелепствующей перед Западом дореволюционной России он давно получил бы общее признание: научные же утверждения Н. Е. признавались лишь задним числом, после того как их повторяли заграничные ученые. С этого же момента их предпочитали связывать не столько с именем Введенского, сколько с именем иностранцев. Повидимому, это гарантировало от ответственности, но вместе с тем, может быть, не весьма увеличивало уважение иностранцев к нам.

Напомню совсем вкратце биографические данные о Н. Е. Родился он в 1852 г., кончил Вологодскую семинарию, в 1872—1874 гг. был студентом физико-математического факультета в Петербургском университете. Летом 1874 г. он был арестован в Калужской деревне по поводу «хождения в народ», затем судился по процессу 193-х и отдан под надзор полиции. В 1878 г. он вернулся в университет, вступил в лабораторию И. М. Сеченова, и только с этого момента, 26 лет от роду, нашел свой путь. Студентом работал над влиянием света на рефлекторную возбудимость и над дыхательной ритмикой лягушки. По представлению Сеченова эти работы увенчаны академической премией в память I съезда русских естествоиспытателей. По окончании курса Н. Е. зачислен временно хранителем зоотомического кабинета, через 2 года — он лаборант при Сеченове. На собственные заработки в 1881, 1882, 1884 и 1887 гг. он проводит летние семестры в германских лабораториях. Наиболее дорогим для Н. Е. заграничным воспоминанием был эпизод по поводу открытия им телефонограммы двигательного нерва.

Патрон лаборатории Дюбуа Реймон не признавал этого открытия, считая его методической ошибкой. Кронекер успел сообщить об этом Гельмгольцу, имевшему свою физическую лабораторию этажом выше. Глубокой ночью Гельмгольц спустился вниз, чтобы видеть и слышать телефонические опыты Введенского на нерве и был первым их апробатором. Дюбуа Реймон последовал за ним.

В 1884 г. Введенский становится приват-доцентом Петербургского университета, в 1886 г. получает степень доктора зоологии и физиологии, в мае 1889 г. он экстраординарный профессор и преемник И. М. Сеченова по заведыванию кафедрой, с 1 декабря 1894 г. — ординарный профессор.

Исследования Н. Е. естественно распадаются на четыре последовательные группы.

I. (1880—1885): в этот период устанавливаются исходные положения касательно проведения и трансформации нервных импульсов в двигательном нерве и в нервно-мышечном аппарате.

II. (1885—1892): пересматриваются законы развития тетанического возбуждения в зависимости от условий проведения и трансформации нервных импульсов в нервно-мышечном аппарате и устанавливается учение о физиологическом интервале.

III. (1892—1901): выясняются экспериментальные принципы для объяснения установленных до этого явлений трансформации импульсовых ритмов в проводящих звеньях; устанавливается закон относительной функциональной подвижности (физиологической лабильности) проводящего субстрата.

IV. (1901—1922): изучается трансформация импульсовых ритмов при прохождении через стационарно возбужденный участок и через нервные центры. Торможение и корроборация возбуждений в нервной системе получают значение функций от частоты, силы импульсов и от переменной лабильности проводящего субстрата.

Истекающее пятнадцатилетие со дня кончины Н. Е. Введенского сделало его имя известным гораздо более широким кругам, чем это было при его жизни. Это зависело, с одной стороны, от того, что спрос на науку в Советском Союзе несравненно шире, чем в прежней России; с другой стороны, это происходило от того, что многое в данных и утверждениях Введенского, что звучало парадоксально, неожиданно и лишь предположительно при его жизни, успело сделаться очевидным и осязательным по мере усовершенствования экспериментальной техники.

На наследниках и будущих продолжателях Н. Е. Введенского лежит впереди еще очень большой и блдательный труд дальнейшей разработки его перспектив. То, что сделано нами до сих пор в наследстве Введенского, есть лишь малая часть того, что надо сделать.

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ШКОЛА ФИЗИОЛОГОВ В ЛЕНИНГРАДЕ ЗА 20 ЛЕТ СОВЕТСКОЙ ЖИЗНИ ¹

1

Университетские физиологи Ленинграда — это школа Н. Е. Введенского. Через Н. Е. Введенского они — внуки И. М. Сеченова. Все те, на долю кого выпало работать в давние дореволюционные годы в лаборатории и под руководством Н. Е. Введенского, более или менее чувствовали глубокое своеобразие его замыслов и оригинальность ставящихся у него задач, чувствовали в особенности по мере того, как приходилось более пристально знакомиться потом с господствующими представлениями зарубежной и отечественной физиологии. И, однако, никто из нас, ни сам Введенский, не предполагали, что должна будет сложиться особая школа физиологов для разработки его проблем — так много нового и неожиданного будет вытекать из них по мере экспериментального развертывания. Школа Введенского, именно как школа, т. е. как особое направление научного исследования и как самостоятельная рабочая группа с особыми очередными задачами и перспективами, выдвинута уже советской наукой и сложилась за двадцатилетие после 1917 г. Тем более хочется и нужно вспомнить ее судьбу, искания и дальнейшие перспективы теперь, на исходе двадцатилетия Советского Союза.

Как бы ни были значительны и полноценны для науки добытые данные и дальнейшие искания лаборатории Введенского, обеспечить ее самостоятельное существование и признание в качестве особой научной школы было довольно трудно, в особенности в Ленинграде, где физиология представлена всемирно известной школой И. П. Павлова с его многочисленными учениками, а также многими крупными учеными других направлений отечественной науки.

Если за истекшее двадцатилетие получили у нас широкое признание проблематика и школа Н. Е. Введенского во всем своеобразии ее задач и понимании физиологических фактов, то чрезвычайная роль принадлежала здесь тому дружному рабочему коллективу, который образовался в лаборатории Введенского за эти годы и в котором, можно сказать, тонули и тонут имена отдельных работников, решительно же преобладает собирательный интерес к проблемам нашего направления в целом.

В этом дружном и консолидированном коллективе, который успел сложиться в традиции Введенского, — основной секрет того значительного успеха, который имели идеи нашего учителя за эти годы в стране и который помог популяризации и признанию его школы. Я счи-

¹ Физиологический журнал СССР, т. 23, стр. 389, 1937.

таю нужным подчеркнуть здесь в особенности значение коллективной работы. во-первых, потому, что дружно-коллективный стиль лабораторной жизни является у нас, несомненно, новостью, принесенной к нам советскими годами, и, во-вторых, потому, что значение в недавнем прошлом нашей школы дружного и чуждого какого-либо вынуждения коллективного сотрудничества должно послужить живым наглядием будущему нашей школы. Если секрет нашего успеха и признания школы в стране зависел в особенности от зарождения у нас дружного и с каждым годом обновляющегося коллектива молодежи, в котором каждому из сотрудников есть свое место и дело, то с нарушением этого коллективного уклада будет неизбежно потрясена и жизнь школы.

Россию упрекали не раз в том, что она оказывалась неспособной насадить у себя самостоятельную научную традицию, обратить научную мысль в организованные школы, при всем том, что и до революции у нас было немало весьма крупных ученых. В царской России решительно преобладали ученые-одиночки, из которых каждый предпочитал связывать себя с той или иной заграничной школой и традицией. Конечно, тут оказывалось влияние очень своеобразной истории, которой воспитывались поколения русской интеллигенции. В самом университете приучали людей вести себя разобщенно, без живой связи с товарищами и со своим народом.

Между тем не иначе как через успевавшие завязываться в университетах молодые коллективы складывались и приходили своей чередой в историю известные иностранные школы и научные традиции Иоганна Мюллера, Карла Людвига, Клод Бернара, Пфлюгера и т. д. В пределах каждой из этих традиций мы видим очень крупных ученых, которые отнюдь не были заняты подчеркиванием своих имен и персональных заслуг, отдавали же свои дарования полностью заданиям школы, так что лишь на позднейшие поколения их учеников ложилось дело справедливого признания их личных значений и выделения их индивидуальных имен. Школа не может сложиться, а завязывающаяся школа не может просуществовать там, где начинаются тенденции к сепаратизму, к настаиванию на персональных заслугах и правах в духе наших добрых и неумирающих стариков Бобчинского и Добчинского: «Ах, нет же, Петр Иванович, это я первый сказал, а...» Как только возобновляются и получают преобладание личные искательства, начинают выступать стремления оповестить в отдельности о своих персональных заслугах, так коллективное дело оказывается уже надорванным, ибо начинается внутренняя борьба между недавними товарищами, а на коллективное достояние школы предъявляются претензии индивидуальных собственников. Когда начинаются такое боление и последующий распад коллектива, люди принимают порочить свое недавнее бескорыстное участие в общем деле и оправдывать нарушение его ссылками на свой индивидуальный рост: «Мы выросли», «Мы осознали свои силы и созрели к тому, чтобы вести свое дело в отдельности». Так объясняют начинающееся выделение из школы. В действительности дело в том, что жизнь в коллективе налагает известные обязательства и требует подчас труда над собой, дабы уметь поступиться ближайшими личными интересами ради более отдаленной цели коллектива. Возврат же к более наглядному и осязательному по своим заданиям персональному искательству наступает гладко и сам собой, как только начнет тускнеть коллективное дело, а на место молодого энтузиазма и бескорыстного влечения становится зрелое благоразумие обывателя, который нашел, наконец, самого себя. На самом деле рост и созревание работника отнюдь не обя-

зательно должны вести его к нарушению коллективной дисциплины и к индивидуалистическому поведению, которые натуральны и извинительны в особенности в раннем детстве.

Пусть простит нам читатель длинную речь о коллективном укладе работы. Дело идет о том талисмани, который нам служил и который хотелось оградить для будущего. Талисман коллективно-содружественной работы в том, что там, где в самом деле дороже всего общее дело, весь коллектив приветствует появление в своей среде нового сильного дарования и нет и не может быть места обычной боязни, как бы не появился соперник. Именно потому, что здоровый коллектив приветствует и вынашивает в себе появляющиеся внутри его дарования ради общего дела, коллективный уклад работы и оказывается не нивелирующим, но поистине прогрессивным началом в науке и жизни. Школа Иоганна Мюллера, когда приходит время, свободно и без трения переходит в свои продолжения в виде школ Дюбуа Реймона и Гельмгольца.

II

1917 г. застал лабораторию Н. Е. Введенского в положении, когда исследовательская жизнь в ней шла в двух направлениях: с одной стороны, разрабатывались очередные вопросы физиологии периферического нервного проводника, с другой — велись работы на нервных центрах. В первом из этих направлений были только что опубликованные ценные работы Н. Я. Перна об эволюции электротонических изменений и о сдвигах нейтральной точки в интрополярном участке поляризуемого нерва, Л. Л. Васильева и Н. П. Резвякова о специфических особенностях физиологического действия различных ионов на нерв и М. И. Виноградова об извращенном влиянии электротона на проводимость и раздражительность нерва, впадающего в парабриоз [1]. Во втором направлении должны быть упомянуты А. А. Шлиттер, Л. С. Григорович и А. А. Ухтомский, продолжавшие свои прежние исследования над рефлекторными эффектами. Сам Н. Е. Введенский начинал в это время специальную разработку явлений периэлектротона. Еще в 1902—1903 гг. по поводу обследования побочной парабриотической области Н. Е. приходил к вопросу о стационарных влияниях вдоль по нерву со стороны стационарного же процесса в области парабриотической альтерации нерва [2]. Помимо хорошо известного классической физиологии способа нервной сигнализации через посредство быстро пробегающих «волн возбуждения» поднимался вопрос о длительно-непрерывных передачах влияний с одного участка нервного проводника на другие, отдаленные области его.

Местный процесс в нервном пути развивает свое влияние в других частях проводника столь же стационарно, сколь стационарен он сам. Но влияние это должно изменяться по физиологическому значению, во-первых, в зависимости от изменений в самом первичном процессе (например, в зависимости от степени развития местного парабриоза) и, во-вторых, в зависимости от того, как встречаются эти длительные влияния на местах (например, в каком-нибудь отдаленном пункте побочной парабриотической области). Иными словами, здесь в перспективе видна уже необходимость говорить о закономерном развитии (эволюции) вторичных влияний парабриоза вдоль по нервному пути. Замечательно, что Н. Е. Введенский за свою ученую деятельность не раз приближался вплотную к этой проблеме стационарных влияний через нервные пути, но она вновь и вновь как бы заслонялась для него до поры до времени,

пока он не вернулся к ней с определенностью в эти первые годы революции^[3]. Н. Е. Введенский в это время часто уезжал в отпуск на родину в Вологодскую губернию.

За время пребывания в лаборатории он развивал усиленную экспериментальную работу над перизлектротонем в ближайшем сотрудничестве с И. А. Ветюковым. Набирая обширный экспериментальный материал, он уезжал в деревню, чтобы там, в тишине, изучать факты в деталях и в связи с теорией вопроса. Назревали важные обобщения по поводу того, как постепенно устанавливались физиологические изменения вдоль по нерву и как они эволюционировали^[4].

Когда Н. Е. возвращался по новым поводам к этой проблеме стационарных нервных влияний, новые факты не сразу увязывались для него с тем, что было установлено им же во время предыдущих приближений к этой области явлений. Так что лишь с трудом и постепенно факты 1917—1920 гг. о перизлектротоне связывались и обобщались для Н. Е. (а тем более для нас) с данными 1902—1903 гг. о развитии побочной парабитической области. И по мере того как эта связь становилась все более несомненной, вставала на очередь и последняя из проблем, поставленных в нашей науке Н. Е. Введенским: эволюция перизлектротона. Работа покойного, озаглавленная этим именем, осталась недописанной в 1922 г. Я знал от покойного, что он усиленно собирает материал к этой работе, слышал от него о тех главных линиях, по которым он предполагал группировать факты и дальнейшее исследование. Но рукописей Н. Е. к этой работе мы так и не имеем. Когда я пришел на квартиру его, чтобы после его кончины разобраться в оставшихся книгах и бумагах и отобрать необходимое для лаборатории, рукописей о перизлектротоне найти не мог.

Над этой проблемой эволюции перизлектротона продолжал работать затем безвременно скончавшийся Л. М. Шерешевский, один из наиболее верных и неуклонных продолжателей исканий Введенского. Перед нами здесь плодотворнейшая, но и чрезвычайно трудная дорога для дальнейших исследований нервной сигнализации в ее разнообразии.

В двух направлениях учение о перизлектротоне соприкасается с путями западной физиологии и ставит в ней новые проблемы. Первый вопрос касается предельных скоростей нервной сигнализации в нормальной жизнедеятельности организма. Герман и Вейс^[5], затем Вейс и Гильдемейстер^[6] допускали, что электротонические влияния могут распространяться со скоростями, превышающими гельмгольцевы скорости для волн возбуждения. Теперь поднимается вопрос, перизлектротоническая сигнализация в смысле изменения возбудимости вдоль по нервному пути по поводу возникновения в нем местного парабитического участка не может ли совершаться со скоростями, превышающими гельмгольцевы? И также: изменения состояния в ганглиозной клетке не сигнализируются ли вдоль по невроаксону в виде изменения возбудимости в нем со скоростями, превышающими гельмгольцевы?^[7]

Второй вопрос касается отношения перизлектротонических изменений возбудимости вдоль по проводнику к субординационным изменениям хронаксии. В свое время я отмечал существенную близость по предмету измерения между параметром лабильности по Введенскому и параметром хронаксии по Лапкин. «На наш взгляд Лапкин недостаточно учитывает лишь то, что хронаксия является величиной переменной в самом процессе нормального функционирования тканей, и если судьба возбуждения в организме зависит от хронаксии, то хронаксия в свою оче-

редь изменяется под влиянием возбуждения» [8]. Лапик заметила, что хронаксия в периферическом нервно-мышечном приборе оказывается более продолжительной при отсутствии центров [9]. Иными словами, нервные центры, в особенности область межзачного и среднего мозга, поддерживают влияние на хронаксию периферического нерва, действуя в сторону сокращения ее. Монье и Джаспер дополнили эти данные, показав, что, сохранив свою связь с центрами, нерв лягушки характеризуется: а) более высоким порогом Д ю б у а-Р е й м о н а; б) укороченной хронаксией; в) более высокой амплитудой тока действия; г) более короткой рефрактерной фазой.

Весь этот симптомокомплекс отвечает такому состоянию нерва, как будто бы он был в состоянии стационарного аэлектротона [10]. Приходится понимать дело так, что область стационарно развивающегося катэлектротона на проводнике (поперечный срез, парабитический участок, ганглиозная клетка) развивает вдоль по проводнику стационарное же аэлектротоническое действие. Перед нами процесс по природе своей весьма близкий к перизэлектротоническому, если не тождественный с ним [11]. Тогда предыдущий вопрос о скорости распространения перизэлектротонических влияний переходит в вопрос о скорости возникновения субординационных сдвигов лабильности в проводниках под влиянием центров. С другой стороны, если существенное сближение перизэлектротона и субординации подтвердится, перед нами откроется еще и новая перспектива.

Л. Л. Васильев обратил в свое время внимание на важное обстоятельство, что перизэлектротоническое влияние не блокируется парабитическим участком. Иными словами, те условия, которые прекращают проведение нервных импульсов, или волн возбуждения, оказываются недостаточными для перерыва перизэлектротонических влияний вдоль по нерву. Отсюда может возникнуть альтернатива: или перизэлектротонические влияния в нерве не имеют физиологического характера и значения и являются лабораторными «артефактами» чисто физического происхождения, или перизэлектротонические влияния имеют физиологическое значение сигнализации вдоль по нерву, которая существенно отличается от сигнализации волнами возбуждения не только по скорости передачи, но и по значительно меньшей зависимости от физиологической непрерывности и изохронизма нервного пути. В пользу последнего понимания говорит сближение перизэлектротона с субординирующими влияниями в смысле Лапика. В самом деле, передача субординирующих влияний из межзачного и среднего мозга, создающая и поддерживающая аэлектротоническую установку в двигательных путях седалищного нерва, предполагает сама по себе, что неоднократные синапсы на путях проведения не создают препятствия и перерыва для образования аэлектротонической установки на периферии.

Читатель видит, что я заговорил здесь в первую очередь о перизэлектротоне отнюдь не потому, что это относительно простая проблема из тех, которым была посвящена жизнь нашей лаборатории за двадцатилетие: тема о перизэлектротоне встала в первую очередь только по хронологическому порядку, ибо ею начиналось у нас двадцатилетие и ею же завершил Н. Е. Введенский свою экспериментальную деятельность у нас в 1922 г. Проблема перизэлектротона чрезвычайно сложна и черевата большими новостями для экспериментальной физиологии. Многое должно будет существенно измениться и получить новое освещение в нервном процессе с признанием дополнительных типов нервной сигнализации сверх сигнализации посредством классических волн возбужде-

ний. Проблема периелектротона в том виде, как она пока нам представляется, является лишь предвестником углубленного ряда исследований с новейшими перспективами и методами в руках. Сближение с данными, получаемыми уже методом хронаксиметрии, сразу облегчило нам в значительной степени хотя бы частичное постижение физиологического значения периелектротона.

Еще и в другой кардинальной проблеме Введенского, в проблеме физиологической лабильности, которой придется нам вскоре касаться, сближение с данными хронаксиметрии поможет нам проникнуть более близко в те замыслы, которыми руководились экспериментальные поиски Введенского.

Иногда мне приходится слышать нечто вроде упреков: зачем вы излагаете работы Введенского через посредство сближений с учением о хронаксиметрии? Я отвечаю на это здесь кстати заранее и в общем виде.

Метод хронаксиметрии и учение об изохронизме схематичны и относительно очень просты. Дидактически они доступны широкой популяризации. Отправляясь от них, в следующий момент оказывается уже несравненно легче понять в его сложной конкретности учение Введенского о физиологической лабильности. Таким образом, в изложении как проблемы периелектротона, так и проблемы физиологической лабильности бывает полезно отправляться от учения о хронаксии, во-первых, потому, что дисциплины эти в самом деле весьма близки по своему предмету, и, во-вторых, потому, что, начав с простого и более абстрактного, потом бывает уже легко подняться к сложному и конкретному в той же области. Между тем говорить сразу о физиологической лабильности и изоритмии, как их понимал Введенский, трудно и мало эффективно. Ухитрялись же в нас в течение многих лет излагать учение о парабозе, оставляя совершенно в стороне фактор лабильности и даже не догадываясь о его фундаментальной роли в процессе развития парабитического состояния. Можно надеяться, что теперь, после пояснительных сближений с французским учением о хронаксии, такое недоразумение у нас делается уже более невозможным. Для того, чтобы оно сделалось невозможным, я и начинаю со сближений со схемами Сорбонны.

III

Что делали в лаборатории Н. Е. Введенского его сотрудники в первые советские годы?

А. Ухтомский приступил в это время к разработке давнего вопроса, который возник для него еще на студенческих практических занятиях при вступлении в лабораторию. Дело шло о самом простом: о так называемом пороге раздражения физиологического субстрата.

С первого практического ознакомления с этим переходным моментом от подпороговых к надпороговым раздражениям автор улавливал чрезвычайную сложность физиологических явлений, которые складываются в субстрате на этом рубеже. В еще большей степени выступает их сложность при определении рефлекторных порогов. Автор исходил из своего наблюдения на кошке, что уже чрезвычайно слабые электрические раздражения, обычно считаемые для чувствующего нерва далеко подпороговыми, бывают способны вызвать слабейшие рефлекторные эффекты в начале опыта, которые в дальнейшем опыте исчезают, но не от того, что электрический раздражитель не действует, а именно от того, что он действует неблагоприятно и угнетающе на центры. Таким обра-

зом, рефлекторная дуга вовлекается раздражителем в работу как бы послонно: сначала для слабейших раздражений получается деликатный эффект, угнетаемый уже незначительным увеличением или неосторожным приложением импульсов; затем, с дальнейшим усилением раздражения, возникают новые ряды рефлексов, которые могут быть вновь угнетены еще большими силами раздражения. Закон оптимума и пессимума имеет силу и для более поверхностного, и для более глубокого «слоя возбудимости». Теперь автор избрал за раздражитель телефон, получающий градуируемые по частоте и силе колебания с органной трубы. Для этих деликатнейших раздражений рефлекторные пороги оказывались приблизительно того же порядка, что и пороги двигательного нерва, и эти деликатнейшие раздражения при незначительных учащениях и усилениях импульсов начинали давать типичные пессимумы, конечно, совсем другого порядка, чем те, что получаются для частых и сильных индукционных ударов [12].

В связи с предыдущим возникал вопрос о качестве рефлекторного ответа в районе первого оптимума для наиболее слабых раздражений и рефлекторного ответа в районе второго оптимума для умеренно сильных раздражений. В различных рефлекторных дугах, без сомнения, содержание рефлексов в том и другом районе будет своеобразно. Что же касается конечностей, раздражаемых адекватно с кожной поверхности на ступне или на ладони, то качество рефлекса в первом и во втором районе вполне определено: при слабейших раздражениях — это рефлекс надвигания на раздражитель, сближения с ним, тогда как при усилении раздражения — это уже удаление от раздражителя.

Так рефлекс экстензорного толчка с усилением раздражения переходит в рефлекс сгибания. Отсюда ясна радикальная ошибка тех очень распространенных характеристик рефлекторной деятельности, будто она всегда и принципиально направлена на удаление или прекращение раздражения и раздражителя. В сравнительно-физиологической перспективе ясно, что рецептивная система не могла бы и развиться, если бы рефлекторная система всего лишь ограждала ее от сближения с раздражителем. Автор защищает представление, согласно которому рефлекторная система принципиально и в первую очередь дает место реакциям сближения со средой, распознавания среды, тогда как лишь вторично вступают в дело реакции защитного и отрицательного значения [13]. Преобладание защитных и отрицательных реакций — это черта сидячих и паразитических форм, у которых оскудевают приборы рецепции и движения в меру достигнутых успехов на поприще ограждения себя от необходимости считаться со средой в ее полноте.

К этому же времени относится пересмотр вопроса о физиологическом значении перестройки параллельной скелетной мышцы на перистый тип.

На основании начала Вебера и Бернулли принято думать, что эта перестройка направлена на размещение по возможности наибольшего числа силовых единиц в заданный объем мышцы, хотя бы и с пожертвованием для этого в высотах сокращений. С точки зрения истории развития остается при этом совершенно непонятным, как могли получить упражнение и культивирование миофибриллы, действующие под углом к направлению работы мышцы. Более пристальное изучение вопроса дает возможность видеть, что в перистой мышце с коническим сухожилием высота сокращения всей мышцы h_1 в единицу времени будет тем более преобладать над высотой сокращения отдельной миофибриллы h_0 за то же время, чем более ϑ — угол наклона отдельной миофибриллы к на-

правлению работы. Так как отношение $h_1 : h_0$ возрастает и становится выгоднее по мере возрастания угла θ , то у мышцы с параллельными и выпрямленными сухожилиями максимум выгоды получится бы лишь для идеального и неосуществимого случая с бесконечно длинными миофибриллами, поставленными почти нормально к направлению работы. По мере заострения веретена перистой мышцы, т. е. по мере уменьшения φ — угла наклона дистального сухожилия мышцы к направлению работы, максимум выгоды становится реальным и осуществимым уже для более коротких миофибрилл. Зато здесь предвидится другое отрицательное обстоятельство: чем короче миофибрилла и чем острее угол φ , тем для все более мелких линейных размеров достигается максимум $h_1 : h_0$. Отсюда можно предсказать, что там, где максимум ($h_1 : h_0$) выгодно сохранить для относительно крупных масштабов, перистая мышца филогенетически будет строиться широкой с большими θ и φ и по возможности с длинными волокнами, которые будут ограничены в своей длине всего лишь условиями подвоза питания и доступными скоростями ассимиляции. Там же, где максимум ($h_1 : h_0$) должен иметь силу для небольших h_1 , например, при действии на очень короткие плечи костных рычагов, перистая мышца филогенетически будет строиться острой, с малым φ и с короткими волокнами. Оно так и есть в природе, например, для *m. pectoralis major*, с одной стороны, и для стройных веретенообразных мышц голени и бедра — с другой. Говоря вообще, появление угла наклона миофибрилл к вектору общей работы ведет определенно к увеличению скоростей в работе мышц. Таким образом, с перестройкой на перистый тип мы имеем не только возрастание физиологического поперечника мышцы, но и значительный выигрыш в скорости (порывистости) ее работы, причем миофибрилла по крайне мере ничего не теряет, но может и выигрывать в величине работы. Можно предвидеть, что мышцы, наиболее часто применяемые для порывистой тетанической работы, имеют наибольшие шансы перестроиться на перистый тип. Если через ρ мы обозначим длину действующей миофибриллы в момент ее сокращения h_0 и достижения совокупной мышцей фактической высоты сокращения h_1 , если ρ будет измерять длину перпендикуляра из точки проксимального прикрепления миофибриллы на контур дистального сухожильного конуса, а α будет угол, дополняющий φ до прямого, мы будем иметь простую зависимость:

$$\rho = \frac{\rho \sin \theta}{\cos(\alpha - \theta)}$$

Эта зависимость упрощается еще более для мышцы с выпрямленными и параллельными сухожилиями вроде *m. intercostales*:

$$\rho = h_1 \operatorname{tg} \theta \quad [14]$$

IV

Н. П. Резвяков — один из инициаторов так называемых «физиологических бесед» в Ленинграде. С покойным Г. И. Степановым он пропагандировал среди физиологов мысль о желательности периодических встреч представителей разных лабораторий для обмена опытом и исканиями. Из этих «бесед» суждено было вырасти сеченовскому обществу физиологов. Резвякову принадлежит у нас первый почин применить современную усилительную технику для воспроизведения телефонических исследований Н. Е. Введенского [15].

Следует отметить, что в это время и надолго среди более молодого поколения работников нашей лаборатории устанавливается идеологиче-

окая линия, представляющая некоторую опасность для унитарного понимания процессов возбуждения и торможения по Введенскому. Начало этому направлению дала диссертация Н. Я. Перна [16]. В этом превосходном исследовании, давшем лаборатории много поучительных наведений для будущего и возобновившем в Н. Е. Введенском его давние поиски в области периелектротонических явлений (см. выше), есть несколько страниц, могущих повести к радикальному противопоставлению «первично-анодического» угнетения нервного субстрата «вторично-катодическому» угнетению его. В настоящее время, вспоминая тогдашние искания в их исторической перспективе, можно, кажется, усмотреть скрытый зародыш такого дуализма еще у самого Н. Е. Введенского в том, что механизм «интервала невозбудимости» (или рефрактерной фазы) он выводил в 1886 г. из анаэлектротонических влияний вновь возникающей волны возбуждений [17], парабитическое же торможение сближал с вторичной катодической депрессией Вериго. Так или иначе, очевидно, что отсюда могли возникнуть упреки унитарной концепции Введенского, что она сама по себе опирается скрытым образом на принципиальный дуализм в происхождении физиологических угнетений. Отсюда и возникла так называемая «бинарная теория» торможения, развитая впоследствии Л. Л. Васильевым [18]. В те годы с этим моментом скрытого дуализма в трактовании торможения соприкасались так или иначе многие наши работники. Работая над эффектами от местного нагревания и охлаждения нерва, Н. П. Резвяков ставил эти влияния в ближайшую параллель с ан- и катэлектротоническими противодействиями по Н. Я. Перна. Подобно М. И. Виноградов, исследуя процессы передвижения воды в нерве в связи с развитием местного парабитоза и его растормаживанием, был склонен толковать анодическое угнетение как выражение снижения жизнедеятельности в ткани, в то время как катодические влияния с катодической депрессией в том числе он связывал с возбуждением как подъемом жизнедеятельности [19]. Впрочем, и Резвяков, и Виноградов чувствовали, что принципиальное противопоставление физиологических угнетений от тепла и от холода, от катода и от анода зиждется, в конце концов, на абстрактных контраверзах, и они ищут выхода. Резвяков перешел к изучению влияний тепла и холода на заранее вызванный парабитический участок и пришел к ряду новых фактов, свидетельствующих о значительной сложности проблемы: в зависимости от того, каким агентом пользовались для вызова парабитоза, тот же самый фактор охлаждения ведет то к угнетению, то к растормаживанию. Катэлектротон сближается теперь с отклонением от нормальной температуры в сторону ли согревания, в сторону ли охлаждения; анаэлектротон же сближается с возвратом к средним нормальным температурам [20]. Виноградов продвигает вопрос далее, уловив значение нового фактора: «времени парабитоза» [21]. В зависимости от того, как долго тот или иной агент должен действовать на субстрат, прежде чем наступит в нем состояние парабитоза, углубление угнетения или обратное явление растормаживания будет создаваться дополнительным агентом в зависимости от того, будет ли этот последний сам по себе характеризоваться еще меньшим временем парабитоза или его время парабитоза продолжительнее, чем у основного агента.

Наши авторы подошли к признанию адаптационных явлений в нерве на тепло и на холод, которыми почти в то же время занимался Торнер. Приблизились они и к восстановлению унитарного понимания угнетения и растормаживания, хотя в те годы и не вполне овладели теоретическим

значением своих результатов. Путь, на котором действительно может быть восстановлено унитарное понимание явлений при согревании и охлаждении, кат- и анаэлектротоне, был уловлен значительно позднее, исходя из основного параметра Н. Е. Введенского — переменной лабильности (рабочей подвижности) физиологического субстрата [24]. Если сдвиги физиологического показателя лабильности идут достаточно параллельно со сдвигами поляризуемости и проницаемости в субстрате, унитарное понимание угнетения и растормаживания, вполне аналогичное нашему только выраженное в физико-химических терминах проницаемости, дано у Гелльгорна [23].

Что касается осложнений, которые получались время от времени у учеников Н. Е. Введенского по поводу того, укладываются или не укладываются в рамки учения о парабиозе события в ткани, развивающиеся под действием какого-нибудь нового агента, то они происходили преимущественно от того, что с годами люди привыкали связывать с понятием парабиоза в особенности внешнюю феноменологию последовательных стадий его развития, тогда как начинал уходить из внимания основной механизм его развития, заключающийся в сдвигах лабильности в парабиотической области по отношению к лабильности прочего проводящего пути. И это происходило оттого, что с годами забывали о необходимости учитывать телефоническую или гальванометрическую картину постепенного трансформирования проводящихся ритмов возбуждения, которое собственно и составляет существо парабиотического изменения в ткани и, со своей стороны, зависит от затягивания или от обратного укорачивания интервала возбуждения на проводящих участках.

Если мы позволим себе условно пользоваться не совсем, впрочем, точным уподоблением трансформации и ритмов возбуждения при передаче их через проводящие пути, «интерференции» отдельных возбуждений на путях, то интерференция будет зависеть здесь от относительной продолжительности периода возбуждения в отдельных участках проводящей системы, а переменные результаты интерференции от «проторения путей» до блока и торможения будут зависеть от текущих изменений в продолжительности периода возбуждения в проводящих участках. С этой точки зрения специальными участками сложной проводящей системы, несущими на себе роль контролеров и трансформаторов для ритмов, проносящихся в нервной сети, будут служить местные образования с переменным периодом возбуждения. В то время как в невроаксонах и более или менее однородных нервных проводниках периоды возбуждения постоянны и текущие ритмы импульсов в широких пределах проводятся без трансформации, теория парабиоза постулирует в нервной сети присутствие отдельных участков, в которых период возбуждения, во-первых, продолжителен и, во-вторых, переменен. Вот эти-то черты и создают из таких участков специальные механизмы подвижного контроля и трансформации для проходящих ритмов.

Текущие изменения периода в таком участке производятся, во-первых, химическими влияниями из жидкой среды и, во-вторых, текущими влияниями самих нервных импульсов, претендующих на прохождение через данный трансформирующий участок. Вот в основных и главных чертах характеристика, по Введенскому, того трансформирующего участка на пути проведения, который вызывается нами искусственно на гомогенном нервном проводнике в качестве «парабиотического» участка и который присутствует натурально в сложной нервной сети в качестве ганглиозных образований с переменным периодом действия.

Что касается теперь того, что постепенно изменяющиеся условия трансформации в участке могут вести в результате то к классической последовательности трех стадий (уравнительная → парадоксальная → тормозящая и обратно), то к значительно более сложной последовательности событий в проводнике и в эффекторе, то это не вносит в дело принципиального изменения, а говорит лишь о несколько иных и более сложных условиях изменения в процессе трансформации ритмов. Исследуя постепенные изменения в проведении нервных импульсов через рефлекторную дугу по мере развития стрихнинного отравления в лягушке, Введенский нашел, как известно, целых шесть последовательных стадий, которые весьма далеки от шаблонных стадий нервно-мышечного препарата. Эти шесть стадий в рефлекторном приборе таковы: α) стадия начального вздрагивания; β) стадия тетануса; γ) стадия торможения с последствиями Сеченова; δ) стадия вератриноиды; ε) стадия вторичного тетануса; ζ) стадия вторичного начального вздрагивания. Из этих шести стадий первые три отвечают фазе усиления влияний с афферентной системы на центры и соответственно фазе развивающихся и углубляющихся торможений в центрах. Последние три стадии относятся, при прочих равных условиях, к фазе затухающих влияний из афферентной системы и соответственно фазе упадка сначала тормозных, а затем и вообще возбуждающих влияний раздражаемого нерва на центры [24]. Как видим, по внешности трудно уловить здесь общее с классическими стадиями парабоза на двигательном нерве. Но это не мешало Введенскому усматривать здесь принципиально те же самые закономерности, приводящие к другим результатам *mutatis mutandis*. С другой стороны, по внешности один и тот же результат может таить в себе совсем другой механизм в проводящем пути, не меняя принципов для трансформации импульсов. Так, рефлекторный тетанус имеет другой физиологический смысл и происхождение в положении стадии β, чем в положении стадии ε. И также начальное вздрагивание стадии α скрывает за собой другие условия, чем начальное вздрагивание стадии ε. Так, никто другой, как Введенский, приучал своих сотрудников при встрече с фактами вскрывать их смысл не иначе, как в контакте с их предшественниками и окружением, не торопясь изменять для них исходные принципы.

3 IX 1922 г. Н. Е. Введенский скончался на своей родине, в селе Кочково Шуйской волости, за Вологдой [25]. Последние 2 года он подолгу проживал в деревне, продолжая там теоретическую обработку данных о периелектротоне и ухаживая за одиноким параличным братом, который, впрочем, пережил Н. Е. Мы получили известие о кончине нашего руководителя во вновь организующемся филиале нашей лаборатории в Новом Петергофе, в одном из домов на берегу Александрии. Это был зародыш будущей физиологической лаборатории Петергофского естественнонаучного института, которая с 1924 г. перешла в свое нынешнее помещение в Сергиевке, близ Старого Петергофа, а с 1933 г. вошла в состав физиологического научно-исследовательского института Ленинградского университета. Заведующим петергофской лабораторией еще при жизни Н. Е. Введенского стал А. А. Ухтомский в сотрудничестве сначала с М. И. Виноградовым, которого в 1925 г. сменил Н. П. Резвяков, а в 1929 г. — Н. Б. Голиков и впоследствии М. В. Кирзон.

Что касается физиологической лаборатории в самом университете, то за частыми отъездами Н. Е. Введенского в деревню заместителем заведующего становится здесь в 1918 г. А. А. Ухтомский, она-

чала по уполномочию от Н. Е. Введенского, а с 4 VIII 1919 г. по назначению от физико-математического факультета. В том самом номере «Русского физиологического журнала», где были помещены некрологи Н. Е. Введенского с обзором его научного наследства, А. Ухтомский опубликовал статью, посвященную доминанте — принципу, выношенному автором в лаборатории Н. Е. Введенского и являющемуся непосредственным развитием представлений последнего о механизме нервного торможения [26]. Статья помещена тотчас за некрологом Н. Е. Введенского с той мыслью, что именно здесь тотчас за обзором научного наследства покойного будет в особенности ясно читателю, насколько принцип доминанты является органическим и непосредственным следствием пути, которым шел и вел нас наш ушедший руководитель. Как часто бывает, развитие известных положений в сравнительно узких и специально лабораторных применениях долгое время оставляет эти положения достоянием кружка специалистов, не выходя из его границ и не оплодотворяя мысли более широких кругов; и именно потому, что положения консервируются в тесных кругах специалистов, они и сами суживаются, не заглядывая в свои перспективы. С момента, когда мы попробуем применить их, хотя бы с заведомым приближением, к задачам более широкого значения, они начинают привлекать к себе более широкое внимание, и это дает им обновленную жизнь. Работы о доминанте рождены положениями Н. Е. Введенского и в значительной степени обновили внимание к этим последним, содействуя тому, что стали видными в них черты, которые до сих пор не были достаточно оценены.

Насколько воззрения Н. Е. Введенского были мало известны в более или менее широких кругах и насколько принцип доминанты послужил признанию и оценке Введенского, можно видеть из своеобразной судьбы, которую успел пережить за свое недолгое существование принцип доминанты. В первое время, когда он привлек к себе большое внимание, мне приходилось слышать, что я напрасно осылаюсь в его изложении на положения Введенского, что принцип доминанты имеет самостоятельное значение, опирание его на мало популярное учение о парабозе может, пожалуй, компрометировать самый принцип доминанты. В следующие годы дело стало изменяться, и теперь можно слышать, что сомнительный принцип доминанты не следует связывать с именем Введенского, чтобы чего доброго не скомпрометировать его замечательных по глубине представлений. Итак, за это время Введенского успели более или менее оценить, и это не может не давать мне удовлетворения, поскольку я принимал в этом переломе вольное и невольное участие. Я думаю, что как ни замалчивай теперь Введенского, уже не удастся более держать его попрежнему в тени, как это бывало, но его мысль будет оплодотворять широкие круги физиологической молодежи вопреки усилиям его противников.

V

Принцип доминанты имеет за своими плечами следующие даты: во-первых, случайное наблюдение весной 1904 г. и, во-вторых, мою диссертацию 1910 г., посвященную анализу этого наблюдения. Случайное наблюдение заключалось в том, что при подготовке акта дефекации на собаке электрическое раздражение так называемой психомоторной зоны в коре не вызывает обычных движений в конечностях, но способствует разрешению подготовленного акта дефекации.

Диссертация исходит из мысли, что в изложенной сложной реакции дело идет о торможении обычных движений в конечностях по поводу подготовки акта дефекации, причем кортикальные импульсы идут теперь на ускорение и доведение до конца слагающегося дефекационного ансамбля иннерваций. Тем самым импульсы, обычно возбуждающие в конечностях движения локомоторного характера, идут теперь на углубляющееся торможение этих движений через посредство стимулируемых им в первую очередь аппаратов дефекации.

В диссертационной работе удалось повторить такие же «столкновения» кортикальной стимуляции конечностей не только с дефекационным ансамблем, но также с серией глотательных движений в условиях адекватного вызывания глотательных рефлексов. В обоих случаях кортикальные иннервации из двигательной зоны определяются в своем текущем содержании тем очередным функциональным ансамблем, который подготовлен в нервных центрах, находится уже на пути своего развития и, так сказать, занимает собой нервную систему впрямь до завершения в разрешительном акте. На весь интервал времени, в течение которого центральные приборы заняты складыванием данного рабочего акта до его разрешения, другие акты и работы в организме оказываются более или менее оттесненными, т. е. тормозимыми, а очередные рецензии, которые их вызвали бы в других условиях, идут на их же торможение одновременно с ускорением и углублением главенствующего в данный момент рабочего ансамбля. Впоследствии я называл для себя этот текущий рабочий ансамбль, способный столь мощно определять собой направление кортикальной иннервации на данный интервал времени, физиологической «детерминантной» реакции. Поскольку и для дефекации, и для глотания подготовка и разрешение такой физиологической детерминанты складываются еще в спинальных и медуллярных этажах, надо было прийти к выводу, что содержание кортикальной реакции в каждый данный момент детермируется тем, что заготовлено и слагается в нижележащих аппаратах нервной системы, сверх того, каковы условия раздражения самой коры. Иными словами, кортикальная реакция по своему содержанию предопределяется субкортикально, причем чрезвычайное значение будет принадлежать тому, на какой момент развития длительного субкортикального процесса будет приходиться момент стимулирования коры. Много времени спустя я попробовал формулировать эти соотношения следующим образом: «Кора есть орган, стоящий перед двумя рядами фактов и поставленный в необходимость считаться одновременно с обоими: с одной стороны, факты, приносимые переменами внешней среды, с другой — факты, зависящие от внутренних изменений организма. И тот, и другой ряд фактов, каждый в отдельности, достаточно самостоятелен и устойчив относительно коры, ибо в распоряжении коры нет средств изменить мгновенно внешние факты по потребностям организма или внутренние факты организма по ближайшим данным среды. Между тем от удачного сопоставления того и другого ряда в каждый данный момент жизни зависит ближайшее конкретное будущее организма» [27]. Эти отношения приобрели интерес, в особенности потом, когда перед нами стало приобретать все более оживленное значение учение о физиологическом интервале — интервале раздражения, с одной стороны, интервале возбуждения — с другой.

В зависимости от того, насколько совпадают или расходятся между собой эти два интервала, мы имеем при прочих равных условиях качественно различные или даже противоположные реакции. В более сложном случае, если физиологический субстрат испытывает сразу два раз-

дражения *A* и *B*, каждое из которых представляет собою серию импульсов с различными интервалами, то в зависимости от изменения интервалов возбуждения в субстрате результирующая реакция в нем будет развиваться то в сторону, характерную для стимуляции *A* в отдельности, то в сторону, характерную для стимуляции *B* в отдельности. Доминировать будет то одна, то другая из двух возможных реакций. Иными словами: насколько за несоответствием интервалов стимуляции и возбуждения оказывается заторможенной одна из возможных реакций, открывается свобода для протекания другой. В еще более сложном случае, когда в организме готовится и пускается в ход целая цепь последовательно связанных между собой событий, направленных на разрешающий акт, активность этой цепи будет сопряжена с возникновением на известный интервал времени внутри организма источника ритмических нервных импульсов, с которыми придется интерферировать ритмам импульсов, идущим из коры и из других аппаратов. Если при этом однажды пущенная в ход инерция активности в цепи подготовленных событий фактически будет подкрепляться и ускоряться текущими импульсами с коры, то на все время действия этой цепи событий, впредь до ее разрешения, текущие кортикальные импульсы будут идти на проталкивание к разрешению господствующего рабочего ансамбля и тем самым на торможение тех узко местных реакций, которые имели бы место для тех же кортикальных импульсов в отдельности.

Для своего первого доклада об этих явлениях в Ленинградском обществе естествоиспытателей осенью 1923 г. и на II психо-неврологическом съезде в Ленинграде в конце того же года я предпочел избрать вместо отвлеченного термина «детерминанта» более конкретный термин «доминанта», поскольку дело шло об определении текущих реакций организма в смысле именно временного господства подготовленного ряда возбуждений над множеством других возможных, тем более что термин уже был употреблен в литературе с этим значением [28].

В чем же специальные черты представлений Н. Е. Введенского и его лаборатории о нервном процессе, которые должны были послужить подготовкой и почвой для понимания доминантных явлений?

Кардинальная теорема, выношенная Введенским и его лабораторией, заключается в том, что торможение в нервных путях есть модификация и продукт возбуждения. Аргументом, изменениями которого определяются переходы от обыкновенного возбуждения к тормозной модификации и обратно, является интервал раздражения, с одной стороны, и интервал возбуждения в физиологическом субстрате — с другой. Когда соответствие между этими интервалами фактически нарушается, оттого ли, что раздражение слишком часто и субстрат не успевает следовать его ритму своей активностью, или оттого, что какие-нибудь дополнительные импульсы со стороны будут создавать на наблюдаемых путях участок сниженной лабильности, в обоих случаях мы будем иметь на наблюдаемых путях блок для очередных импульсов, т. е. торможение ожидавшихся реакций. Отсюда уже прямой путь к следующему положению: когда мы наблюдаем фактически переходы от реакций возбуждения к реакциям торможения в условиях неизменной частоты того отмеренного раздражения, которое мы применяем в эксперименте, необходимо будет заключить, что в моменты торможения дело идет о возникновении дополнительных источников возбуждения импульсов в субстрате помимо тех импульсов, которые вызываем мы своим раздражением. Иными словами, необходимо будет заключить о том, что в моменты фактически происходящих торможений в сфере реакций оказываются вовлеченными до-

полнительные источники возбуждения, например, какие-нибудь дополнительные чувствительные центры, если наблюдения ведутся на сложном рефлекторном субстрате. Одна из теорем моей работы 1910 г. гласила: «Как только реакции от корковых раздражений в силу тех или иных условий перестают локализоваться в границах определенной группы спинномозговых центров, реакция этой последней группы центров оказывается глубоко измененной по своему типу.

Эти изменения в типе реакций определяются первичным образом влияниями с других нервных центров, вступивших в сферу реакции. Вторичным образом они определяются всеми теми условиями, которые содействовали вступлению в сферу реакции других нервных центров: силой раздражения коры, продолжительностью его, наконец, степенью относительной возбудимости этих других нервных центров» [29]. Отсюда уже ключ к пониманию той обстановки, в которой локальные и канонические до сих пор реакции конечностей на местное раздражение коры при всех прочих равных условиях сменяются торможением как раз в тот момент, когда начинает возбуждаться аппарат дефекации или аппарат глотания, вообще когда в организме возникает новый экстренный фокус возбуждения. И само собою понятно, что если эти сторонние аппараты будут предварительно подготовлены, так что возбудимость их будет повышена, то при прочих равных условиях они легче будут вступать в сферу реакции по поводу тех же диффузных импульсов с коры, и тогда каноническая кортикальная реакция в конечностях будет заторможена и перестроена ввиду доминирования реакции дефекации или глотания. Раз так или иначе пойдет в ход ансамбль дефекации или учащенного глотания, локомоторное употребление конечностей будет заторможено в силу тех же межцентральных зависимостей, которые на нормальном животном затрудняют или снимают с очереди локомоцию в момент дефекации и усиленного глотательного ряда.

Таким образом, исходное наблюдение 1904 г. (прекращение кортикальных реакций в конечностях при подготовке дефекации) приобрело в свете представлений Введенского физиологический смысл как сопряженное торможение по поводу возникновения и доминирования дефекации.

VI

Еще другая черта идеологии Н. Е. Введенского органически подготовляла к пониманию доминантных процессов. Это учение о длительном, стационарном возбуждении. Когда дело идет о доминанте дефекации, о половой доминанте весенней лягушки и т. д., мы имеем перед собой более или менее продолжительный интервал времени, в течение которого сказывается сопряженное торможение на текущие реакции организма и соответственно непрекращающееся, но еще нарастающее до известного предела возбужденное состояние в центрах дефекации, половой активности и т. д. Признание такого длительного, стационарного и способного нарастать состояния возбуждения представляло непреодолимые трудности для классической физиологии, где с некоторого времени воспреобладал известный закон «все или ничего»; возбуждение рисовалось исключительно в виде мгновенно пробегающей волны и должно было сменяться состоянием физиологического «ничто», т. е. состоянием, которое нельзя характеризовать никакими степенями возбуждения. Н. Е. Введенский признавал состояние длительного и постепенного градуируемого возбуждения в парабиотическом участке [30]. В свое время я имел случай отметить, что в воззрениях Введенского

можно усмотреть сдвиг в промежуток между первым (1901 г.) и вторым (1903 г.) изданием его трактата «Возбуждение, торможение и паркоз». Во втором, немецком, издании трактата автор внес редакционные изменения, утверждающие значение возбуждения и реактивного состояния за состоянием парабноза еще более уверенно, чем это было в первом издании. К 1903 г. Введенскому были уже очевидны провинциализм и партикуляризм ходячего у физиологов учения о нервном возбуждении как исключительно о «бегущей волне» или об «импульсе»; лишь в определенных и специальных условиях места и времени возбуждение приобретает эти формы; поэтому углубляющаяся на месте стационарная активность парабноза раскрывает более принципиальные, общие и обязательные черты реактивно-деятельного состояния ткани, чем дифференцированная «волна возбуждения». В то время как в 1901 г. это представлялось автору более или менее обоснованной теоретической схемой, в 1903 г. оно приобрело в глазах его осязательность факта^[31].

Исходя из своих данных и своих представлений о парабнозе, Н. Е. Введенский признал затем наличность стационарного состояния возбуждения в области поперечного среза нерва и пришел, наконец, к замечательной мысли, что ганглиозная клетка в норме находится в состоянии стационарного возбуждения относительно своего невроаксона^[32]. Строго говоря, для мысли и школы Введенского возбуждение есть всегда состояние и величина относительные. Всякий раз следовало бы определенно указывать, относительно чего и каких других областей должен быть признан в состоянии возбуждения участок, о возбуждении которого мы говорим. Мы говорим о возбуждении в определенном месте нерва по отношению к соседним местам. Пункт ткани, негативно заряженный относительно соседних участков, будет в состоянии возбуждения по отношению к последним. Во всех тех случаях, где нервный путь включает в себе звенья различной лабильности, есть место и для того положения, когда один из соседних участков будет обладать более продолжительным интервалом возбуждения, чем другой с более кратким интервалом возбуждения, — так что будет осуществляться непременно и такая комбинация, когда один из участков проводящего пути, будучи со своей стороны в длительной фазе возбуждения, будет принужден принимать на себя целый ряд более кратких периодов возбуждения из соседнего, более лабильного участка. Вопрос о том, состоится ли при этом проведение приходящего ритма через более длительно возбужденный участок, будет решаться тем, успеет ли процесс возбуждения в длительно активном участке усвоить ритм приходящих импульсов. Если усвоение ритма не произойдет, а исходная лабильность участка под действием импульсов будет еще падать, мы будем иметь блок и углубляющееся торможение. Если принять во внимание еще то положение Введенского, что подкрепление (корроборация) местного возбуждения создается значительно легче, более слабыми и редкими волнами, чем торможение, мы будем вполне подготовлены к предложенному мной пониманию доминанты: «достаточно стойкое возбуждение, протекающее в центрах в данный момент, приобретает значение господствующего фактора в работе прочих центров: накапливает в себе возбуждение из самых отдаленных источников, но тормозит способность других центров реагировать на импульсы, имеющие к ним прямое отношение»^[33].

Без сомнения, это понимание механизма доминанты невозможно там, где длительное состояние возбуждения вообще отрицается и где основной догмой учения о возбуждении выставляется безотносительное «все или ничего»^[34]. Поскольку этих воззрений держалась известная

кэмбриджская школа физиологов, а у нас опасались принять понимание отечественной школы Введенского, чтобы не впасть в противоречие со знатными иностранцами, мое понимание оставалось достоинством школы Введенского и тех, кто не опасался идти с ней об руку. Как часто это бывает, сателлиты известных идей бывают прямолинейнее и консервативнее инициаторов этих идей. В то время как у нас последовательно и неуклонно отвергалась сама возможность длительного и стационарного возбуждения с ссылками на Кэмбридж, кэмбриджский маэстро Эдриан пришел последовательно к признанию стационарного возбужденного состояния и стационарной способности служить источником импульсов возбуждения, во-первых, в периферическом рецепторе, во-вторых, в поперечном срезе нерва и, в-третьих, в ганглиозной клетке [35]. Стационарное возбужденное состояние той или иной области физиологического субстрата рисуется Эдрианом как все продолжающееся местное разрушение поляризованности, которое частично возобновляется, не в состоянии достигать равновесия и потому разрушается вновь и вновь. Читая некоторые места в новых работах Эдриана, представитель школы Введенского может думать, что они написаны под влиянием нашего учителя. «Мы можем уподобить деполяризующуюся нервную клетку с ее аксоном нервному волокну, альтерированному и непрерывно деполяризующемуся на одном конце. В некоторых волокнах было найдено, что место альтерации может действовать как постоянный источник стимуляции (persistent stimulus) относительно соседних областей» (1930). Область стационарно поддерживающейся деполяризации соответствует нашему парабитическому участку, а сопоставление поведения нервной клетки по отношению к ее невроаксону с влиянием области поперечного среза на нервный ствол — уже целиком повторяет Введенского 1903 г. В сущности, если стационарная деполяризация нервного участка, как ее понимает Эдриан, в колебании своей величины сохраняла бы известный ритм, и ритм этот оказался бы так или иначе в зависимости от ритма продолжающихся приходить нервных импульсов, мы имели бы, очевидно, почти тождество с представлениями нашей школы.

На основании только что изложенного я полагаю, что мое прежнее представление о механизме стационарного возбуждения в доминантном фокусе соответствует действительности как в свете данных Введенского, так и в свете более новых данных кэмбриджской школы.

Что принцип доминанты имеет ближайшее идеологическое и фактическое родство к учению о парабитозе, я подчеркнул со всей силой в 1923 г. и в последующие годы [36], но я почти не говорил об этом ни в диссертации, ни в последующие годы при жизни Введенского.

Это происходило по довольно сложным мотивам: отчасти от молодого искания — думать независимо от начальства, отчасти от того обычного близорукого предубеждения, что парабитоз есть состояние скорее патологического характера и искать в нем общих перспектив для разъяснения нормальных зависимостей как-то не совсем удобно.

Со своей стороны Н. Е. Введенский говорил на диспуте, что диссертация моя, которую он ценил, кажется ему направленной против него; впоследствии он подчеркивал в печати свой приоритет в принципиальной установке явлений этого рода [37], усвоив им, впрочем, название, говорящее скорее все же о патологическом процессе. Он стал говорить об «истеризисе» [38]. Я же видел в моей детерминанте отнюдь не патологический случай, но зависимость принципиального значения, зависимость еще более общего и вместе более конкретного значения, чем принцип рефлекса. В связи с этим меня и не покидала потребность

отметить эту зависимость более подходящим понятием и наименованием. И раз понятие и наименование «доминанты» оказалось достаточно адекватным, мне уже не приходится опасаться признания органического родства этих исканий и находок с учением о парабииозе, причем и в парабииозе, естественно, стали подчеркиваться не альтернативные и патологические его черты, но те физиологические и нормативные моменты, которые им раскрываются. Дело шло о парабииозе как о «всеобщей реакции нерва на самые разнообразные воздействия, реакции, еще более общей, чем его состояние возбуждения или деятельности в ходячем значении этого слова» [39]. Дело шло о местном стационарном возбуждении, которое, по всей вероятности, имеет филогенетически более принципиальное применение и возникновение, чем проносющаяся волна возбуждения.

VII

Аналогия, сближение, узнавание и отождествление — все это возможные орудия науки одинаково как в математике, так и в конкретной биологии. Но в конкретных областях биологии применение этих орудий еще значительно труднее и ответственнее, чем в абстрактной математике. Нужно подчас немало остроты зрения и приметливости, чтобы узнать в новой сложной зависимости признаки известного до этого общего числового или геометрического закона.

В биологии, с ее сложнейшим эмпирическим, все обновляющимся материалом, аналогия, сближение, узнавание в новом известных до того прежних механизмов и зависимостей дают самую первую наметку для того, чтобы разобраться в деле. Но из пробных сближений они превращаются в уверенное узнавание нового и в поучительное отождествление новой закономерности с прежним законом лишь по мере того, как мы сумеем учесть неопустительно все особенности и детали новой закономерности по сравнению с прежним законом. Тогда мы приобретаем возможность говорить: вот в какие варианты отливается наш прежний закон в зависимости от условий его применения. Тогда мы оказываемся в двойной выгоде: прежний закон, оставшийся до поры до времени лишь общей наметкой и схемой, раскрывает все в новых и новых конкретных чертах свое содержание, а вместе с тем новые и новые области фактов оказываются подчиненными и производными по отношению к одному и тому же закону. Когда мы узнаем ту или иную закономерность и предвидим, что она имеет очень общее значение, начинается едва ли не самая трудная задача: как суметь применить найденную закономерность к новым областям фактов, как распознать ее в новых сложных вариантах, наконец, как изложить ее вновь, после того как мы видали ее в новых и новых приложениях. Формальное и прямолинейное перенесение на сложные центральные явления, о которых сейчас идет речь, шаблонных зависимостей парабииоза, известных нам по двигательному нерву, поведет, без сомнения, к малосодержательным и довольно бесплодным схемам, которые должны будут вскоре разочаровать автора таких попыток. Однако в разочаровании будет повинен здесь исключительно сам автор, разумеющий под парабииотической зависимостью всего лишь частный случай ее выражения и не успевший схватить главного: методологии учения о парабииозе, связывающей новой перспективой обширный ряд разнообразных иннервационных актов.

Я уже цитировал выше, как неожиданно и оригинально получали свое выражение парабииотические зависимости для сравнительно очень простого случая центральной иннервации на спринжущей лягушке по

исследованию самого Н. Е. Введенского^[24]. Для того чтобы осветить в перспективе учения о парабиозе более сложные центральные процессы и быть на этом пути истинным продолжателем Введенского, нужно взять его закономерности в полноте, т. е. в их развитии от оптимума и пессимума в зависимости от сдвигов лабильности в проводящих звеньях под влиянием действующих импульсов и до периэлектротона.

Прежде всего почти во всех случаях образования в центрах доминантной установки дело идет, очевидно, не о компактном местном участке центральной массы в состоянии стационарного возбуждения, который проще всего мог бы изображать в центрах «парабиотический участок», известный нам в лабораторных условиях в периферическом нерве. Дело идет о длительном состоянии возбуждения в конstellляции центральных и вегетативных нервных элементов, разбросанных в нервной массе, может быть, очень широко и объединенных лишь функционально^[26].

Далее, для образования доминантной установки приходилось предполагать нарастание и накопление в элементах конstellляции состояния возбуждения по типу «Speicherung» Криса или суммации возбужденного состояния еще до того, как возникнут дискретные волны возбуждения, способные к проведению и суммированию своих эффектов.

В первом приближении для образования доминантной зависимости я допускал три различных способа из тех, которые могли предвидеться в нашей школе. Дальние, диффузно распространяющиеся по нервной сети волны возбуждения, найдя в последней фокус повышенной возбудимости, могут вызывать и суммировать в нем возбуждения наимыгоднейшим образом при таком соотношении ритма приходящих раздражений и ритма возбуждений в фокусе, когда каждая последующая волна попадает на экзальтационную фазу от эффекта предыдущей (тип обыкновенного образования тетанического возбуждения). Но кроме такого довольно все-таки исключительного совпадения благоприятных ритмов может и должно иметь значительную роль в подкреплении доминантного фокуса оплодотворение местных очень слабых возбуждений различных ритмов дальними одиночными волнами возбуждения (тип тетанизованного одиночного сокращения). Характерное обстоятельство в образовании и угнетении доминанты должно вытекать из того, что дальние волны тем легче начинают суммирование в возбудимом участке, но и тем легче должны переводить суммирование в торможение при прочих равных условиях, чем менее лабилен участок (тип собственного парабиоза)^[10]. Сверх того, следовало бы обратить особое внимание на ту важную черту доминантной реакции, что она существенно противоречит представлению некоторых теоретиков-биологов, согласно которому организм есть прежде всего и принципиально самоуравновешивающаяся система, в которой всякая реакция есть прежде всего акт компенсации предыдущего отклонения от равновесия, которое было вызвано внешним раздражителем. Решительно вопреки этому обобщению доминантная реакция подчеркивает в организме возможность дальнейшего и дальнейшего углубления однажды возникшего нарушения равновесия с неутожимым продолжением однажды возникшей активности. Как могла бы образоваться и поддерживать, далее, такая тенденция к продолжению односторонне направленной рефлекторной активности? Здесь четвертый очень важный момент в дополнение к трем предыдущим образователям доминанты: это самоподкрепление однажды начавшейся местной реакции посредством местного же проприоцептивного цикла^[41], который к тому же именно в наиболее деятельных аппаратах текущего момента застает суб-

страт в состоянии повышенной лабильности и сократившейся хронаксии [42]. Если мы согласимся ради теории рассматривать организм как принципиально самоуравновешивающуюся систему по отношению к раздражителям среды, то надо будет оговорить со всей выразительностью, что ни по интервалу во времени, ни по общему своему значению почти несравнимы такие «акты самоуравновешивания», как какой-нибудь чесательный рефлекс, с одной стороны, или как доминантная реакция сближения с отдаленным, едва видимым предметом на расстоянии — с другой. Фактически доминантные реакции для каждого отдельного момента времени являются типичными нарушениями равновесия и вящим углублением начавшегося возбуждения. Правда, для усугубляющегося возбуждения в доминанте характерно и то, что увеличивается вместе с тем и реституционный процесс в действующих тканях. Но это никак не говорит о том, будто реакция в целом направлена на самоуравновешивание, а указывает, что с ускорением расхода рабочих потенциалов в тканях ускоряется и реституционное накопление потенциалов, интервалы отдельных возбуждений сокращаются и лабильность действующей ткани возрастает, возрастает и готовность к производству работы. Это очень далеко от «равновесия со средой».

Если только что рассмотренный четвертый механизм образования доминанты можно было бы назвать типом самоподкрепления проприоцептивными рефлекторными циклами, то сейчас же надо упомянуть и о пятом, достаточно определенном механизме гуморального образования доминантного фокуса. Не что другое как именно учение о парабииозе, обобщает в понятие «возбуждение» активную реакцию физиологического субстрата, все равно, произойдет ли она на мгновенный электрический импульс, или на длительный гальванический ток, или на раздражение химическим агентом. В связи с этим и понятие «раздражитель» — «возбудитель» значительно расширяется по сравнению с обычным приурочиванием этого термина к более или менее адекватному стимулу или к действию определенного сорта ионов. Для теории парабииоза чрезвычайно важно признание, что длительное приложение химического агента — соли, алкалоида, наркотика — может поддерживать длительную же активную реакцию в субстрате. Это признание лежит в основе того тезиса [α] и [O], который был отмечен выше [39]. Вот почему для нас было так важно в то время — и я отметил это особо, — когда в физиологической литературе стали возникать данные о длительном стимулирующем действии метаболитов. «Мы слышим чаще и чаще, — писал я в 1927 г., — об аминокислотах как раздражителях, холине как раздражителе, деятельном состоянии органов под влиянием гормонов и т. д. Изыскания в области гуморальных процессов поставили на очередь проблему о Dauerreiz и Dauererregung. Когда допустил мысль о них в 1899/1900 г. Введенский, это было делом отваги и свободы его тонкой критической мысли. Прежде чем перейти под влиянием постоянного раздражителя к инсульту и смерти, ткань переживает от него Dauerreiz и Dauererregung (длительное раздражение и длительное возбуждение)...» [43]. И вот почему мы с такой жадностью ухватывались за открывавшиеся факты, что деятельность желез может стимулироваться вновь собственными продуктами деятельности [44], или что вагомиметическое возбуждение на изолированное сердце может вызываться адреналином при условии повышения возбудимости парасимпатических путей действием ничтожно малых доз ацетилхолина или неврина [45], или что тот же самый адреналин на беременной матке кошки вызывает возбуждение, а на холостой — угнетение [46] и т. д. В наши текущие годы принципиальное

сближение между нервным стимулятором и химическим раздражителем не является новостью и парадоксом. Значительное число физиологов обнаруживает склонность впасть в противоположную крайность, а именно в отождествление нервной и химической стимуляции, как будто нервная стимуляция и осуществляется не иначе, как через выработку нервом в момент импульса специфического метаболита, стимулирующего конечный эффект^[47]. Что касается нашей школы, мы никак не видим нужды впасть в такую крайность.

Мы считаем, что у нервного импульса с его по преимуществу электрическими характеристиками, с его замечательной эмансипированностью от ближайших условий питания, дыхания и температуры нерва, с его специальной зависимостью от лабильности действующего проводника и с радикальным значением его, именно как толчка тока определенной размерности и формы, для конечного эффекта — все это заставляет четко различать электрический «spike» от его метаболической почвы, от которой он отдифференцируется тем больше, чем выше филогенетически изучаемая форма. Метаболический процесс в нервном проводнике сопровождает нервный «spike», как хвост кометы сопровождает ее голову. Повидимому, в дифференцированном нервном пути высшего животного он приносит с собой к эффектору агенты, устанавливающие лабильность последнего для следующих и следующих затем spike в ряду нормального тетанического ряда^[48]. Эта установка лабильности в действующем эффекторе метаболитами инкреции и метаболитами действующего пути должна иметь первенствующее значение для того, чтобы текущая серия электрических импульсов повела эффектор к возрастающему возбуждению или к угнетению. Во всяком случае нам понятна роль гуморальных факторов в формировании доминанты в текущем поведении организма. Благоприятная установка Dauererregung в доминирующей констелляции центров в чрезвычайной степени определяется гуморальной подготовкой центральной системы.

Мимходом заметим, что если бы химические продукты нервного пути, вырабатывающиеся во время метаболического хвоста вслед за spike, устанавливая лабильность эффектора, оказывались бы вместе с тем и стимуляторами, способными действовать в ту же сторону, что и spike^[49], это не представляло бы никакого парадокса с нашей точки зрения, ибо это был бы лишь новый пример правила, что метаболиты активного состояния способны стимулировать далее это активное состояние, пока их концентрация не перешла известного предела.

Рассмотренный пятый тип образования доминанты укладывается, как видно, в ожидания и в перспективы учения о парабозе. Надо остановиться еще на шестом механизме, который может и должен играть существенную роль в образовании доминантной установки. Дело идет здесь о стационарном возбуждении уже не парабозического типа, но типа длительного межцентрального цикла для волны возбуждения. Физиологическая роль такого цикла в деятельности нервных центров была отмечена голландскими неврологами Джилгерсма (1918 г.) и Винклером (1926 г.). Со своей стороны, я отметил роль усвоения ритма и установки гармоничной лабильности в элементах такого цикла для того, чтобы он мог установиться, например, для межцентральной организации плавной речи, когда требуется обеспечить установку позы тела, головы и гортани, а затем ритмические и тонко увязанные между собой движения глосовых связок, носоглоточной и ротовой полостей, языка и, наконец, собственно церебральных и интракортикальных процессов^[50]. Речь как доминантная установка с вполне односторонне направленным вектором

деятельности и с широко представленными сопряженными торможениями представляет, конечно, исключительно колоритный пример временной утилизации разнообразнейших органов с возможными другими отправлениями, но на данное время сгармонизированными для объединенной работы в сторону организации речи. Это «сгармонизирование» в определенное рабочее объединение различных участков речевой констелляции складывается через усвоение ритма возбуждений участниками.

Я изложил здесь один за другим шесть типов, или механизмов, физиологической деятельности, которыми может организоваться доминантный процесс с нашей точки зрения. Дальнейшая работа наверное откроет еще новые типы и механизмы, о которых сейчас мы не догадываемся. Все это не значит, что дело идет о типах и механизмах, складывающихся и организующих дело в отдельности. Они сплетаются в конкретной работе, действуют вместе и, наверное, во взаимной зависимости.

VIII

Все направление исканий и мысли, которое легло в принцип доминанты, выношено органически в лаборатории Н. Е. Введенского. Торможение текущей реакции надлежало понимать как следствие возникновения в центрах животного рефлекса, утилизирующего тот же путь в противоположном направлении. За относительной скудностью эфферентных (исполнительных) путей последние принуждены обслуживать по несколько рефлекторных дуг, и это предполагает исключение (торможение) одного рефлекса при возникновении в организме другого рефлекса, пользующегося тем же исполнительным путем в другом направлении. И мы, ученики Введенского, и Шеррингтон искали объяснение наступившего торможения в появлении в центрах нового источника возбуждения. Разница же у нас в том, что, по Введенскому, возникший источник возбуждения будет тормозить в зависимости исключительно от количественного признака: степени и частоты возбуждения в нем, по Шеррингтону же, вновь возникший источник возбуждения тормозит, поскольку он функционально антагонистичен предыдущей деятельности исполнительного пути. По нашему представлению, количественные изменения в возникающих импульсах вторично ведут к качественному перестраиванию реакции от возбуждения к торможению или обратно. По Шеррингтону, с самого начала антагонистические стимуляции общего пути качественно различны, хотя и поддерживаются обычными нервными импульсами. Можно сказать, что из принципов нашей школы мы были предопределены ставить наблюдаемые эффекты в зависимость от мощности импульсов из нового центрального источника. Шеррингтон был также предопределен к тому, чтобы в будущем приписывать принципиально качественное различие антагонистических стимулов качественно противоположным химическим влияниям на синапсы со стороны антагонистических дуг. Естественно, далее, что мы обращаем внимание в особенности на переменные и подвижные соотношения между двумя центральными возбуждениями, которые могут и подкреплять друга друга и становиться в положение реципрокного (взаимного) исключения в зависимости от количественных характеристик контрагентов. По нашему представлению, реципрокная увязка двух центральных актов, в силу которой возбуждение одного из них влечет соотносительное торможение другого, делается на ходу реакции; перед нами здесь координация, складывающаяся из количественных условий встречи действующих импульсов. Шеррингтон же исходит из преформированных рефлекторных

механизмов. в которых ресипрочные (взаимные) исключения заданы с самого начала в силу механической несовместимости одновременного действия партнеров, как это наблюдается в иннервации анатомических антагонистов.

Спрашивается однако: в знаменитой серии шеррингтоновских работ под заглавием «Ресипрочная иннервация антагонистических мышц» следует ли понимать дело так, что более общее понятие «ресипрочной иннервации» прилагается к частному случаю — антагонистическим мышцам или границы понятия ресипрочной иннервации совершенно совпадают с иннервированием анатомических антагонистов? Со своей стороны, мы должны были сделать и сделали два принципиальных дополнения.

Во-первых, в нашей старой работе с Н. Е. Введенским было показано, что сам классический аппарат анатомических антагонистов в зависимости от условий раздражения способен давать также и параллельные сокращения обоих антагонистов, прежде чем разовьется собственно ресипрочное торможение одного контрагента при возбуждении другого. Мы полагали, что эта параллельная иннервация обоих антагонистов могла бы иметь и рабочее значение, фиксируя соответствующее сочленение [53]. Впоследствии наше наблюдение было подтверждено для разнообразных условий [54] и детально оценено в своем положительном значении с точки зрения кинематики и динамики сочленения [55].

Во-вторых, в работе 1910 г. я встал определенно на ту точку зрения, что понятие ресипрочной иннервации, не будучи обязательным правилом для иннервации мышечных антагонистов, вместе с тем гораздо шире анатомического антагонизма и должно быть распространено на всю область физиологического антагонизма, т. е. рабочей несовместимости в один и тот же интервал времени тех или иных отправлений, хотя бы механически эти отправления несколько не мешали друг другу. Сопряженное торможение локомоторных иннерваций во время дефекации или глотания носит характерные признаки ресипрочных торможений. «В динамике центральной нервной системы энергичная иннервация глотательного аппарата создает из этого аппарата «антагонистический» центр в отношении кортикальных иннерваций аппарата локомоторного. Вся особенность явления в том, что центры, развивающие здесь влияния друг на друга, чрезвычайно разобщены между собой и не столько анатомически, сколько по своим прямым функциям. Предстоит задача уловить тот «общий путь», в отношении которого могут конкурировать между собой иннервации глотательного аппарата и кортикальные иннервации локомоторного аппарата» [56].

Надо отдать себе отчет в том, что понятие «ресипрочность» иннервации связано у самого Шеррингтона в особенности с общностью проводящего субстрата в центрах и именно эта общность субстрата, когда она есть, делает невозможным одновременное и независимое возбуждение двух актов. Отсюда в каждом отдельном случае установление двух иннерваций как ресипрочных предполагает и требует разыскания для них «общего пути». И именно для кортикальных иннерваций Шеррингтон предвидит такой довольно общий случай, когда «сам промежуточный путь (в сером веществе мозга) становится общим путем и, следовательно, механизмом аккомодации» [61].

Я указал в Введенском и в Шеррингтоне ту почву, на которой должны были вполне последовательно вырасти мои работы о принципе доминанты. Третьим предшественником должен быть признан В. М. Бехтерев, который писал еще в 1903 г.: «Что касается более высоких мозговых центров, например, заложенных в больших узлах моз-

гового ствола, то их роль в сущности сводится к сосредоточиванию тех или других возбуждений, притекающих как с периферии, так и из более высших центров, в одном нервном узле, связанном с низшими мозговыми центрами; благодаря этому не только обеспечивается возможность передачи на первичный центр других чувствительных импульсов, приносимых более удаленными от ближайшего центра приводами, но и существенно упрощается архитектура всей нервной системы» [58]. Как видим, здесь есть явный намек и на общий путь, и на доминирование через «сосредоточение возбуждений».

Но что существенно отличает принцип доминанты и от доминирования высших центральных этажей над низшими в смысле Шеррингтона и от сосредоточения возбуждений в более высоких мозговых центрах по Бехтереву — это то, что в моем представлении доминировать могут отнюдь не обязательно только архитектурно более высокий центральный этаж и кортикальная область над низшими этажами нервной системы, но *длительно удерживающийся в самых низших центральных этажах очаг повышенной возбудимости, готовый дать разряды возбуждений по поводу уже ничтожных и отдаленных импульсов, заставляет считаться с собой самое кору и все текущее поведение на все то время, пока он продолжается в центрах*. Что доминанта отнюдь не преформирована, что дело здесь не в центральной иерархии и не в архитектурных градиентах, но что она может становиться в той или иной центральной группе просто в зависимости от относительных условий подготовки и развития возбуждений в ней, к этому подводила только школа Н. Е. Введенского. И также лишь установки нашей школы давали возможность разгадать физиологический механизм того «дренажирования возбуждений» в центрах, о котором писал Мак Дугалл [59]. Доминантный очаг в силу своей высокой возбудимости и отзывчивости на приходящие стимулы реагирует облегченно уже на случайные и не имеющие прямого касательства к нему импульсы. Так, подготовленная в центрах дефекация легко стимулируется затем шипком кожи на руке. Могут говорить, что импульсы из кожных рецепторов руки «отклоняются» при этом к центрам дефекации и мотивировать это отклонение по примеру Мак Дугалл образованием места наименьшего сопротивления в области наибольшей работы. Эта гидродинамическая схема притянута здесь к истолкованию фактов совершенно поверхностно и для физиолога ничего не объясняет. Мы видели, что с нашей точки зрения отсутствие очередной кортикальной реакции в локомоторном приборе происходит не оттого, что возбуждение куда-то утекло из локомоторного аппарата, но оттого, что здесь перед нами явное активное торможение, которое надо рассматривать как продукт нервных влияний из вновь возникающего очага дефекации [60].

Сопряженное или ресипрочное торможение может осуществляться, как мы теперь знаем, разнообразно. Дело идет не обязательно о столкновении и интерференции очередных нервных импульсов тормозящего и тормозимого рядов, как это наблюдалось Беритовым и Ухтомским (1912 г.) при торможении текущего рефлексорного тетануса скелетной мышцы теплокровного импульсами с жоры или с антергетической рефлексорной дуги [61]. В других случаях сопряженное торможение рефлексор задних конечностей на теплокровном срочно осуществляется через посредство симпатических путей, например, при позывах к тошноте и при акте рвоты. Также через посредство симпатических путей спинальные рефлекс задних конечностей тормозятся на кошке в момент агрессивной реакции животного на мышшь, появляющуюся в поле зрения [62].

В данном случае чисто центральная нервная связь доминирующей области возбуждения продолговатого мозга (при тошноте на децеребрированном животном) или большого мозга (при агрессии на зрительной реакции) с областью спинальной иннервации конечностей была исключена перерезкой спинного мозга над поясничным сегментом. Передача тормозящих сигналов с головного и продолговатого мозга на спинальные иннервации осуществлялась через сохранившиеся вегетативные пути. Из этих замечательных опытов Айрапетьянц и Балакшина приходили к заключению, что тот механизм сеченовского торможения, который был отмечен А. В. Тонких на лягушке [63], получает на теплокровном применение в качестве чисто координационного торможения и именно торможения, сопряженного с доминантами тошноты и агрессии. Впоследствии наши молодые авторы доказали, что дело идет здесь о тормозной сигнализации именно через п. *sympathicus*, так как с перерезкой последнего на хронических животных описанные сопряженные торможения рефлексов в конечностях прекращаются.

Те же Айрапетьянц с Балакшиной показали, что в период подготовки дефекации развивается сопряженное торможение диуреза как в почке, сохранившей иннервацию, так и в почке денервированной. На собаке с предварительно выработанным условнорефлекторным диурезом сигналы, долженствующие стимулировать диурез, идут на подкрепление дефекации, если последняя подготовлена, и тогда диурез оказывается заторможенным как в почке, сохранившей иннервацию, так и в почке денервированной. Если воронка гипофиза альтерирована по А. Д. Сперанскому, сопряженное торможение осуществляется только в той почке, которая сохранила иннервацию [64]. Итак, фактор сопряженного торможения в данном случае чисто гуморальный. Станция отправления действующего инкрета — в гипофизе. Станция назначения, а вместе и место, где складывается срочный тормозный эффект, — сама почка, как этого ожидал П. Тренделенбург [65]. Та же область межзачаточного мозга, которая организует сопряженное торможение спинальных рефлексов через посредство симпатических путей по поводу возбуждения тошноты и агрессии, организует сопряженное торможение диуреза через посредство гуморальных факторов по поводу подготовки дефекации. Очевидно, скажем мы словами наших авторов, «перед нами некоторый рабочий принцип нервных центров, общий для множества реакций организма на среду, могущий, впрочем, осуществляться на различных нервных субстратах и проводниках и через посредство разнообразных нервных приборов».

Со своей стороны, я думаю, что доминанта — рабочий принцип более общего значения, чем собственно нервный принцип. Он дает себя знать в организме еще до появления в последнем нервных элементов и нервных связей. Он уже есть, когда связи внутри организма поддерживаются всего лишь химическим (гуморальным) путем и еще нет дифференцированных проводящих систем. Впоследствии, когда поверх гуморальных связей и доступных для них координаций накладываются связи через нервную сеть с присущими ей новыми темпами работы, прежние принципы увязки реакций между собой приобретают дополнительные инструменты для своего осуществления и дальнейшего совершенствования. Во всех случаях, когда еще одноклеточный организм оказывается способным поддерживать на некоторый интервал времени одну определенную и однородную деятельность, мы имеем достаточные основания для признания здесь доминантной реакции, ибо дело идет о преобладании определенного направления активности из всех фактически воз-

возможных с временным устранением прочих возможных. Так, например, когда наблюдают в дробящемся зародыше или в растущем молодом животном то преобладание роста с угнетением метаморфоза, то преобладание формообразования с угнетением роста, у нас есть все основания говорить о «взаимном торможении или периодическом исключении, приводящем к разграничению обоих процессов во времени» [66], т. е. о доминировании в маленьком организме то одной, то другой активности, когда ресурсы организма направлены в особенности то в одну, то в другую сторону. Поэтому надо полагать, что рабочие установки в организме в порядке гуморальных взаимодействий между органами, например, такие длительные состояния, как течка, голод или как локомоторный тропизм являются более принципиальными и изначальными достоинствами организма, чем собственно нервная и межцентральная координация единства действия.

IX

Принцип доминанты, как и некоторые другие положения школы Н. Е. Введенского, представляет некоторые затруднения и неожиданности собственно для тех физиологов, которые привыкли характеризовать органы и механизмы тела постоянными формулами вне зависимости от времени и в отдельности один от другого: такой-то нерв всегда тормозящий для такого-то органа; такой-то инкрет всегда понижает основной обмен и т. д. Это вполне естественное состояние науки, когда она изучает в лаборатории разрозненные органы в отдельности и уснащает для них статистически наиболее постоянные в этих условиях черты, как это делалось в так называемой «специальной физиологии органов». На самом деле было бы правильнее и точнее говорить, что при вполне определенных условиях и на определенный промежуток времени данный орган работает так, как это приписывалось ему по штату, в качестве постоянного правила, на основании опытов его изоляции и изолированного раздражения. Немало затруднений и противоречий возникает в науке только оттого, что мы торопимся брать обобщенно и вне зависимости от времени те характеристики вещи, которые были получены для определенных условий. Мы, конечно, правы, когда приходим к выводу, что животный организм характеризуется единством действия. Он и не заслуживал бы признания за ним организованного целого, если бы не был способен хотя бы к относительному единству действия. Но мы также правы, когда говорим, что организм есть множество разнообразных органов и механизмов, все с особыми отправлениями. Обе характеристики организма, почерпнутые из реальности, представляются в следующий момент как бесконечные противоречия, с которыми не знают что делать. Считают, что придется пожертвовать одной из них ради сохранения другой. Между тем противоречия возникают здесь только оттого, что и ту и другую характеристику мы берем по привычке вне времени, а затем заставляем их столкнуться также вне времени. Противоречие прекращается, а вместо него становится живая и очень интересная действительность, как только мы обратим внимание, что организм в своем фактическом течении представляет множество разнообразных событий, которые от времени до времени способны складываться в почти или во вполне полносвязочные механизмы, делающие впервые возможными очередные достижения животного в его натуральной среде.

С этой точки зрения, принцип доминанты может быть, естественно, изложен как приложение к организму начала возможных перемещений или как общее, а вместе, и очень конкретное выражение тех условий, ко-

торые, согласно Рело [67], превращают группу более или менее разрозненных тел в полносвязную систему, действующую как механизм сооднозначным действием. Мне представляется особенно поучительным сопоставление с этой точки зрения организма с техническим механизмом, где появление сопряженных торможений делается теоретическим требованием, а организм получает новую характеристику как все расширяющееся множество потенциальных механизмов на конечном числе сочленений и кинематических пар.

«Для каждого отдельного момента движения нашего тела более или менее правильно действующие рабочие механизмы достигаются настолько, насколько устраняются все свободы перемещения за исключением одной, а это достигается распределением тонуса, тетанического сокращения и расслабления (торможения) в мускулатуре. Изобилие степеней свободы, т. е. возможных перемещений в теле животного, приводит к тому, что из одной и той же системы сочленений можно попеременно осуществить множество различных механизмов и машин путем перераспределения в мышцах тонуса, тетанических иннерваций и торможения. Итак, с точки зрения технической механики, тело животного, при отсутствии управления мускулатурой со стороны нервной системы, совсем не представляет собой ни механизма, ни машины. При условии же правильного управления мускулатурой со стороны нервной системы оно оказывается не единым однообразным механизмом и не монотонной машиной, но множеством механизмов и машин, которые калейдоскопически сменяют друг друга применительно к условиям работы в каждый отдельный момент» [68].

Как раз то, что можно было бы расценивать как недостаток организма по сравнению с механизмом, — большая неопределенность, а вследствие этого и большая непредвидимость возможных реакций — раскрывается как исключительное преимущество, обеспечивающее путь к неопределенно умножающемуся числу механизмов, которые можно осуществить в организме все на том же небольшом и конечном числе сочленений и кинематических пар. Здесь намечается и тот очень своеобразный путь развития, который характерен для нервной системы позвоночного животного: небольшое и конечное, филогенетически весьма консервативное число сочленений и кинематических пар; также относительно небольшое и конечное, относительно консервативное же число эффектов исполнительных путей и мотоневронов; но, далее, все умножающееся и расширяющееся число рецептивных поводов и афферентных путей, которым приходится претендовать на утилизацию все тех же успевших до сих пор накопиться мотоневронов, обходиться их небольшим и конечным числом для того, чтобы достаточно разнообразно и соответственно отреагировать на невероятно разнообразную и все обновляющуюся среду; обойтись по возможности при помощи прежнего числа мотоневронов и эффекторов в новых и все обновляющихся условиях, войти в новую среду с прежним конечным числом умений. Вот типичная задача и формула, с которой организм встречается в своем поведении на каждом шагу. Тут выход только один: так перекомбинировать деятельность имеющихся эффекторов и мотоневронов, так перестроить прежние исполнительные аппараты и умения, чтобы при всей скудности имеющихся под руками готовых средств все-таки выйти без урона из встречи с текущим опытом, который тем и характеризуется, что «всегда нов» (Гётте). При этом афферентная и в особенности рецептивная система дифференцируется и вырабатывает новые функциональные и морфологические единицы скорее, чем исполнительные нерв-

ные приборы. Эти отношения, так сказать, зафиксированы анатомически в «общем пути» и в «воронке» Шеррингтона. И их же мы застаем, так сказать, на ходу их выработки в процессе новообразования условного рефлекса: на новый загадочный повод из среды организм пускает в ход первую попавшуюся под руки исполнительную реакцию только потому, что она недавно была на ходу, и лишь в следующий момент она угасает, как не весьма идущая к делу. Привлечение новых и новых поводов к употреблению прежних исполнительных аппаратов, трансформирование и перестройка прежних аппаратов по новым поводам — вот те две фазы, которыми происходит выработка новых механизмов в организме. При неопределенном и изменчивом количестве потенциальных механизмов, которые скрывают в себе организм, конкретное единство действия в нем осуществляется для каждого отдельного момента настолько, насколько множество возможных перемещений оказывается в состоянии торможения по поводу возбуждения в организме той или иной определенной работы. Вот эта доминирующая в данный момент работа и оказывается фактором, сообщающим организму на данный момент единство действия и делающим его на данный момент однозначно действующим механизмом. Значит, только деятельность, работа сообщает организму его единство действия.

Над этим обстоятельством, которого я касался в докладе 1934 г. [48], следует остановиться, поскольку оно имеет общебиологический интерес. Авторы имеют основания утверждать, что им удается вызывать довольно изолированно местные рефлексы без непременно вовлечения в дело соседних рефлекторных дуг. Если отправляться от покоящегося и наркотизированного животного, организм представится в самом деле как собрание многих местных возбудимых приборов, могущих действовать в отдельности. Не что иное, как бездеятельность и покой, возвращают или приближают организм к толерантному множеству отдельных механизмов, из которых каждый способен в известных границах органов. И в это время организм есть в самом деле разнообразное множество по преимуществу без убедительных указаний на единство действия. Однако с достижением некоторой степени общего деятельного состояния в организме становится все труднее вызвать чисто местный, шаблонный рефлекс; отдельные местные дуги явно влияют одна на другую и «мешают друг другу» в производстве шаблонных эффектов. Вот из этой-то взаимной «помехи» отдельных рефлекторных приборов начинает выявляться и фактически складываться подлинное единство действия всего множества в смысле временного образования единого полносвязного механизма с определенным доминирующим направлением работы. Множество разнообразных приборов, входящих в организм, становится рабочим единством, когда все приборы, соответственно сгармонизировав ритмы действия, так или иначе содействуют главенствующей работе. Одна из характерных черт состояния доминанты в том, что те же самые импульсы и диффузные волны возбуждения, которые подкрепляют возбуждение в доминирующей констелляции, подкрепляют и торможение в полях, в данный момент тормозящихся.

«Одна и та же вновь приходящая волна возбуждения может:

- 1) создавать корроборацию возбуждений в аппаратах, в данный момент возбуждающихся; тогда она будет только подкреплять, делать более выраженным существующее отношение в центрах, т. е. будет усиливать торможение в аппаратах, уже ранее тормозившихся; но она может:
- 2) вызывать возбуждения в аппаратах, находившихся до сих пор под влиянием торможения; тогда она будет в силу существующих интра-

центральных отношений угнетать аппараты, до сих пор возбуждавшиеся. При опытах с цепными рефлексам в аппарате глотания и дефекации влияние кортикальной волны возбуждения сказывается преимущественно в первом направлении. При опытах со скоропроходящими, узлокальными рефлексам скелетной мускулатуры при раздражении нервных ветвей в конечностях влияние той же кортикальной волны сказывается со всей решительностью во втором направлении» [69].

В настоящее время мы знаем, что не только чисто нервное торможение, сопряженное с доминирующим возбуждением, может подкрепляться дополнительными нервными импульсами и диффузными волнами нервной сети, но также и торможение через вегетативные пути, вызванное гуморальными влияниями. Н. В. Голиков и П. А. Киселев продолжали анализ сеченовского торможения спинальных рефлексов в связи с участием в нем симпатических приборов и в связи с приведенными выше данными о том, что это торможение может быть сопряжено с возбуждением в верхних мозговых этажах. Были взяты в качестве возбудителей межучючного мозга слабые растворы никотина или адреналина, специфические гуморальные стимуляторы симпатических элементов. И тот, и другой гуморальный агент отчетливо вызывает торможение спинальных рефлексов, но никотин менее удобен, ибо он оставляет в центрах длительное изменение, мешающее повторительному выводу эффекта. Адреналин оказывается более адекватным фактором, поскольку он при повторных приложениях не вносит инсульта и возобновляет эффект многократно и однообразно. Дополнительные нервные импульсы с афферентных нервов могут при этом и подкреплять, и тормозить этот тормозной эффект гуморального происхождения. Отчетливо выступает самостоятельность собственно гуморального и собственно эксцитаторного фактора в процессе торможения. Для нашей школы, обыденно имеющей дело с углублением парабипотического состояния дополнительными импульсами, а в других условиях — с лабилизацией его также дополнительными импульсами, результаты Голикова и Киселева были предвидимы принципиально [70].

X

Сейчас мне пришлось говорить о физиологическом покое как оносительной бездеятельности. Сколько я знаю, нашей школе принадлежит почин постановки проблемы о природе физиологического покоя как важной самостоятельной функции. До этого проблемы о покое не ставилось, ибо покой считался традиционно состоянием, «само собою понятным». Для нас, утверждавших различные степени стационарного возбуждения, проблема физиологического покоя была очередной. «Если обмен веществ рабочего состояния возбуждения одним своим концом непрерывными переходами связан с обменом веществ покоя, являясь лишь качественным увеличением его, то другим своим концом он связан также непрерывными переходами с обменом веществ обмирания, окоченения и смерти» [71]. В докладе на совещании биогруппы Академии наук в Москве 26 II 1937 г. я различил две формы физиологического покоя: во-первых, покоя как почти бездеятельного состояния или того минимума физиологической активности, который свойствен рыбе, опустившейся на дно и зарывшейся в ил, животному в состоянии глубокого сна, наркоза и летаргии и, во-вторых, оперативного покоя бдительного-настороженной неподвижной шуки или застывшего в наблюдательской установке натуралиста. Если для первой формы покоя характерна углубляющаяся дезинтеграция организма, когда он все менее и

менее допускает речь об единстве действия, то вторая форма покоя целиком доминантна, является выразительным примером строгого подчинения всей мускулатуры господствующей установке и доступна лишь тем животным формам, которые обладают нервно-анимальными приборами высокой лабильности. Здесь дело идет даже о доминанте значительно более высокого порядка, чем те, которыми мы занимались до сих пор, потому что здесь дело идет о длительной *контролирующей подготовке действия*, которое разрешается затем вдруг в виде тонко спланированного рабочего ансамбля. Единство действия в организме дано здесь более выразительно, чем где-либо, как в подготовительной фазе контролирующего нацеливания на предметы, так и в разрешающей фазе нападения и овладения предметом. В самой подготовительной фазе мы имеем перед собой оперативный покой, наглядно отличающийся от покоя бездействия тем, что рыба может срочно застыть в нем в положении неустойчивого или смешанного равновесия и с точки зрения начала возможных перемещений должна все время активно компенсировать сдвиги центра тяжести, тогда как в покое бездействия она стремится перейти к устойчивому равновесию, зарывшись в донный ил или, когда она оглушена, ложась на бок.

Может быть, нигде не видна с такой наглядностью, как именно на доминантной реакции животного и человека, неправильность или бессодержательность того обобщения, будто организм принципиально стремится поддержать равновесие со своей средой и отсюда исходят будто бы все его действия. Там, где дело идет о возможности самоподкрепления однажды начавшегося процесса его собственными продуктами и об активном забирании из среды средств для подкрепления начатой деятельности, приходилось бы видеть в организме принципиального нарушителя равновесия со средой и в среде. Притом, когда дело идет о реакции на расстоянии, и среда представлена действующему организму прежде всего тем источником раздражения и сигнализации, на который направлена текущая его реакция, будет ли иметь реальный смысл речь о том, что влечение организма к дальнему предмету есть влечение к равновесию между ним и дальним предметом? Есть ли физический или какой-либо иной смысл в утверждении, что летчик атакует намеченный предмет на позиции противника из стремления к равновесию своего индивидуального организма со средой?

Физиолог констатирует доминантный процесс, разбирается в том, как он слагается в нервных элементах, улавливает его закономерности и следствия в пределах индивидуального организма. Но необходимые и достаточные мотивы для этого процесса становятся понятными лишь после того, как вместо абстракции «организм и его среда» физиолог вспомнит о конкретных корнях жизни и поведения индивидуума в его роле и в обществе и также о том, что «среда» организма содержит в себе, кроме всего прочего, и его род, и общество. После этого становится для нас в самом деле мотивированным и удивительное поведение утки или журавля в стае со столь радикальными перестройками их поведения по сезонам и со столь рискованными и часто гибельными для индивидуального существования перелетами за далекие моря. Перестают быть столь непреодолимыми и старинные соображения биологов, будто никак нельзя понять физиологически и считать за закономерное поведение индивидуума, не считающегося со своей индивидуальной безопасностью.

Приведение всяческих физиологических реакций и всякого поведения к мотивам индивидуального равновесия и индивидуальной без-

опасности не соответствует действительности. Оно должно было казаться бесспорным и аксиоматическим в условиях индивидуалистической культуры, интимно жившей противопоставлением: «индивидуум — среда».

Следует упомянуть о моей попытке 1924 г. [72] различить в доминанте ее первоначальные докорковые и дальнейшие собственно кортикальные компоненты в их особенностях. Одновременно тут же можно усмотреть в довольно наглядной раздельности роль длительной гуморальной подготовки доминанты в центрах и дальнейшего ее эскизного воспроизведения в порядке собственно нервного процесса в коре. В период полового созревания молодой организм имеет дело с появлением новых факторов в своем внутреннем хозяйстве, тем более важных для всей нервной организации, что это внутренние факторы, неуклонно действующие своими метаболитами через кровь на все ткани хозяина. В хозяине возникают длительные гуморально-нервные установки рефлекторного поведения, новые специфические рефлексy и влечения упорного и инерционного характера. Кастрация, выполненная на животном, не испытавшем полового акта, возвращает организм к нейтральному в половом отношении поведению, поскольку устраняются специфические гуморальные влияния на центры. Но такая же кастрация, проведенная после того, как половой акт испытан, при прочих равных условиях ведет к выработке существа с влечениями к воспроизведению полового акта, впрочем без его биологической осмысленности, в порядке более или менее короткого рефлекторного позыва в ответ на оптические, акустические, тактильные и тому подобные признаки, напоминающие предыдущую обстановку акта. Перед нами здесь весьма характерное вообще для кортикальной работы, относительно очень краткое по времени эскизное воспроизведение следа, оставленного предыдущим доминантным актом, — следа, который, впрочем, может перейти в более и более полное воспроизведение прежней доминанты со всей ее инерцией и гуморальной активностью, если в организме еще сохранились соответствующие железистые аппараты. Отсюда во всякой доминанте нужно различать: α — относительно весьма лабильный кортикальный компонент, возникающий и сохраняющийся в коре в виде следа и представляющий данную доминанту в кортикальной системе, и β — относительно инерционный соматический компонент, включающий в себе всю прочую констелляцию доминанты с субкортикальными, вегетативными и гуморальными факторами. По кортикальному следу доминанта может быть пережита всего лишь эскизно, в виде очень краткого кортикального воспоминания, или по нему же она может быть вызвана почти во всей прежней полноте, и тогда она занимает собой надолго соответствующую констелляцию в центрах, вытесняя собой на это время другие направления деятельности, тем более что она забирает в свою сферу в значительной степени те центры, которые должны были бы принимать участие в обеспечении комбинаций, требующихся для других доминант. Сам по себе кортикальный след, по которому доминанта может быть пережита эскизно или вызвана вновь в полноте, представляет собой некоторый интегральный образ, увязывающий в синтетическое целое соматические и эмотивные признаки доминанты с оптическими, акустическими, тактильными и прочими признаками, связывавшимися с ней в прошлом.

Интегральный образ, являющийся памяткой пережитой доминанты и вместе ключом к ее воспроизведению в той или иной степени полноты, подвергается переинтегрированию и изменениям именно в те периоды, когда по нему воспроизводится прежняя доминанта и более или менее надолго занимает собой жизнедеятельность организма. В эти длительные

периоды на прежнюю доминанту наматывается новый опыт, который, само собой, вносит новое содержание в прежний кортикальный след данной доминанты. Если интегральный образ переживается абстрактно, не доводя до возобновления доминанты, он сам по себе остается консервативным, сохраняя прежнее содержание, и тогда может переживаться чрезвычайно быстро, занимая собой ничтожные интервалы времени в виде наших психологических «представлений» и «концептов» [73].

Эмотивный элемент примешивается к интегральному образу тем более, чем длительнее он переживается, т. е. чем полнее воспроизводится по нему соответствующая доминанта и чем значительнее текущее переинтегрирование образа в его новом воспроизведении. Кроме того, значение эмотивного элемента сказывается в остроте, дифференциальной отчетливости и прочности образов, отмечающихся в памяти. Не может не поражать, что однократно пережитое мимолетное событие детских дней оказывается способным всплыть с необыкновенными деталями через десятки лет. При более внимательном пересмотре все такие памятки, способные сохраниться под спудом сознания десятки лет, касаются того, что пережито с более или менее значительной эмоцией радости, страха, гнева и т. д. Понимать это надо так, что гуморальный момент, связанный с эмотивной реакцией, ведет к повышению лабильности в центрах, а в более лабильном состоянии центры оказываются способными отпечатлеть в себе со значительно большей остротой, дифференциальностью и прочностью мгновенные и последовательные детали обстановки.

Искусственно доминанта может быть воспроизведена в спинном мозгу лягушки путем повышения возбудимости в том или ином очаге вследствие соответствующей химической обработки. Исходя из указания Бальони, что стрихнин действует в особенности на сенсорные нервные элементы, тогда как фенол — в особенности на моторные нервные элементы в мозгу, И. И. Каплан и А. А. Ухтомский изучали изменение рефлекторного поведения децеребрированной и медуллярной лягушки после местного отравления стрихнином спинного мозга сзади и после местного же отравления фенолом спинного мозга спереди. Характерным следствием в первом случае было изменение направления потирательного рефлекса: вместо того, чтобы потирать действительно раздражаемый участок кожи, лапка направляет потирание на участок кожи, соответствующий стрихнизированному сегменту. Во втором случае, если фенольный очаг соответствовал сегментам потирательного рефлекса, высокая возбудимость последнего выражалась в том, что он вызывался по поводу разнообразных и отдаленных раздражений кожи, направлялся же он на места фактического раздражения, но вместе с тем оказывал некоторые аномалии в течение самого мышечного эффекта лапки [73].

Местный доминантный очаг можно вызвать экспериментально в спинном мозгу также достаточно продолжительным ритмическим раздражением афферентного нерва. И. А. Ветюков, работавший с Н. Е. Введенским над «истерииозисом» [38], предпринял специальное исследование вопроса, каково значение частоты раздражения чувствующего нерва для вызова доминантных явлений. На спинальной *Rana temporaria* производилось комбинированное раздражение нескольких чувствительных нервов, причем один из них подвергался длительному ритмическому раздражению, а другие — коротким пробным раздражениям. Так, например, длительное раздражение *n. peronei* комбинировалось с пробными раздражениями *nn. rami cutanei femor. later.* и *brachialis* той же стороны. В других случаях длительное раздражение *rami cutanei femor.*

later комбинировалось с пробными раздражениями *tibialis*, *peronei* и *brachialis* той же стороны. Или длительное раздражение *n. brachialis* комбинировалось с пробами с контралатерального *brachialis* и с ипсилатерального *tibialis*. Какой характер и частота длительного раздражения будут наиболее благоприятными для того, чтобы пробы с прочих нервов стали со своей стороны вызывать рефлекс, свойственный длительно раздражаемой дуге? Автор пришел к обобщению, что более благоприятным оказывается относительно редкое ритмическое раздражение, примерно 40—60 отдельных размыкательных ударов умеренной силы в минуту. При этом образуется в соответствующей центральной группе «след в виде повышенной возбудимости», который «отвлекает на себя вновь возникающие возбуждения и тормозит другие приборы, функционально с ним связанные». «Под влиянием ритмических импульсов прибор становится возбудимым для тех раздражений, для которых до сих пор был рефрактерен; становясь относительно все более и более возбудимым, он делается доминантным. Но само собой разумеется, что ритмы, способные поднимать лабильность и возбудимость центра, не могут быть частыми, так как... те же раздражения, становясь более частыми, должны уже не поднимать, а угнетать функциональную подвижность нервных образований» [74].

XI

В противоположность классической механике и на классической механике базирующейся физиологической методологии школа Н. Е. Введенского подчеркивала необходимость изучать процессы в длительности, в преемственности развития, без обязательств приводить их к мгновенным актам, схематизируемым вне времени. В первую очередь это касается изучения процесса физиологического возбуждения. Именно так, в длительности и в дифференциальном развитии мы понимаем стационарный процесс возбуждения в парабактериальном участке. Всякому из нас желательно взять под наблюдение такой длительный процесс возбуждения по возможности ближе к его нормальному выражению, выснить нормальную роль длительного возбуждения в организме. Одним из примеров длительной активности в нервной системе могли быть избраны следы и следовые реакции, сохраняющиеся в нервных элементах после предыдущих раздражений. Следовые возбуждения были взяты для изучения Н. В. Голиковым; как зависит следовая («остаточная») деятельность в нервных центрах от величины и характера предшествовавшего ему раздражения? До сих пор в особенности изучались зависимости реакций от величины и характера непосредственно вызывающего их раздражения, которое полностью или преимущественно совпадает во времени с эффектом. Теперь был поставлен вопрос, как следовая реакция зависит и изменяется от вариаций предыдущего раздражения. Голикову удалось различить несколько закономерно изменяющихся фаз в следовых реакциях спинного мозга лягушки. Следующая за раздражением реакция выражается в различно развивающихся периодах повышенной и пониженной возбудимости центров. Автор сопоставляет эти следы с оптическими следами в их классической трактовке, частью же с реактивными установками доминантного типа [75]. В ближайшей связи с изучением реактивных следов Голиков уловил самостоятельно явления усвоения ритма центрами. В известных пределах нервные центры способны настраиваться на навязываемый им ритм стимулов, и тогда эта настройка центров на предыдущий темп стимулов может оказываться еще и после того, как ритмическое раздражение удалено [76]. Количе-

ственный фактор, которым определяются, а вместе и ограничиваются предыдущие эффекты, это лабильность действующих центров. Этот почти забытый у нас параметр Введенского выставляется Голиковым справедливо на первый план в теоретическом очерке, где автор сближает между собой параметры хронаксии и лабильности [77]. В промежуток 1927—1930 гг. перед школой все отчетливее вырисовывалась очередная проблема на ближайшие годы — параллельное изучение трех физиологических параметров: лабильности, рефрактерной фазы и хронаксии; насколько согласно и однозначно характеризуются им текущие функциональные сдвиги физиологического субстрата? Как зависят между собой параллельные во времени вариации трех параметров? В какой мере по показателям одного из них можно судить об изменениях прочих? Одним из первых и принципиальных вопросов здесь был следующий: может ли участок малой лабильности, например центр или парабиотическая область, поднимать свою лабильность по поводу входящих нервных импульсов? Обязателен ли сдвиг лабильности под влиянием действующих импульсов только в одну сторону — сторону дальнейшего падения лабильности? Ободоряющим предупреждением в пользу теоретически предвидимой возможности подъема лабильности в парабиотическом участке под действием очередных импульсов было открытие В. С. Русиновым новой, пропускавшейся до сих пор стадии в эволюции парабиоза. Я говорю о моменте «port excitatory inhibition», имеющем свое закономерное место как в процессе возникновения парабиоза, так и в процессе прохождения его [78]. А. К. Воскресенская в сотрудничестве с Н. И. Зацкой уловила в известные моменты возникновения парабиоза укорочение в парабиотическом участке волны возбуждения. «Бегущая по нерву волна возбуждения, встречая на своем пути участок с застаивающимися местными возбуждениями и падающей лабильностью в начальные стадии развития процесса, может несколько поднимать падающую лабильность этого участка и, таким образом, обеспечивать себе возможность всгупления в этот сам по себе гетерохронный участок и облегчить себе дальнейший ход через участок. С углублением местного возбуждения в парабиотическом участке волна, проникающая в этот участок, оказывается все менее в силах вернуть процесс обратно; напротив, она действует все более в сторону его углубления» [79]. Здесь было уже указание на то, что судьба нервной волны, успеет она пройти через парабиотический участок или задержится в нем, решается уже в самом начале парабиотического участка, или в «головке его», как мы привыкли потом выражаться. Значение этой «головки» и ее переменных размеров тщательно исследовано В. С. Русиновым в работе «Дифференциальное значение отдельных частей парабиотического участка на функции проведения». Здесь же отмечено замечательное обстоятельство в противовес Эдриану: если на протяжении нервного проводника развивается несколько отдельных парабиотических участков, парабиотический процесс эволюционирует в них независимо в каждой в отдельности, но в сопряженной взаимной связи между участками [80]. Я знаю, что этого рода зависимости были уловлены Н. П. Резвяковым, но, насколько мне известно, не были им опубликованы. Попытка разобраться ближе в природе «стационарного возбуждения», развивающегося в парабиотическом участке, повела к исследованию сдвигов активной реакции нерва при парабиозе от физических факторов. О. И. Романенко уловила постепенно устанавливающиеся сдвиги активной реакции как в парабиотическом участке, так и в припарабиотических областях и вдоль по нерву на расстоянии от парабиотического участка. Первоначальный сдвиг

в основную сторону в области наступающего парабиоза переходит здесь в кислый сдвиг, тогда как области основных сдвигов в виде полос отодвигаются на фланги изменяемого участка и, далее, в припарабиотические области. Полосы основного характера появляются затем вдоль по нерву вдали от парабиотического участка. Область поперечного среза, выразительно кислая, граничит со столь же выразительными основными полосами вдоль по нерву [81]. В качестве *experimentum crucis* значение фактора лабильности при парабиозе исследовалось встречным приложением агента, поднимающего лабильность, к парабиотическому участку с падающей лабильностью. А. Л. К о н и к о в растормаживал парабиоз, вызванный холодом, слабыми растворами стрихнина [82]. Поскольку развитие парабиоза в нерве характеризуется двуфазным сдвигом лабильности измененного участка и в связи с этим однородной последовательностью стадий трансформирующегося проведения, вставал вопрос о том, чем же собственно различаются парабиотические состояния от таких различных агентов, как одно-, дву- или трехвалентные металлические ионы или фармакологические возбудители и наркотики и т. п. В качестве одного из крайних случаев исследовался парабиоз от лантана, и на нем Ю. С. Ф р е н к е л ь могла показать, что при вполне типичной последовательности стадий парабиоз отличается здесь чрезвычайной медлительностью своего развития [82]. В связи с этой количественной разницей во времени и в темпе развития процесса в парабиотическом участке под влиянием приложения, например, изотонических растворов KCl и $CaCl_2$ и переэлектротонические изменения вдоль по нерву устанавливаются или относительно быстро или медленно [83]. Стрихнин, который мы только что видели в качестве растормаживателя от парабиоза, изучен в качестве парабиотического агента Н. В. Г о л и к о в ы м с хронаксиметрической характеристикой парабиотического участка и отдаленных от него областей нерва. Делается свободная попытка осветить более подробно ход изменения лабильности по мере развития парабиоза и предлагается трактовка парадоксальной стадии по аналогии с оптимумом частоты. Парабиотические агенты различаются, поскольку они затягивают во времени первую фазу изменения лабильности (повышение ее), сдвигая вторую (снижение ее), или сокращают протекание первой, быстро приводя ко второй [84]. Устанавливается, что хронаксия и рефрактерная фаза сокращаются в самом деле в самом парабиотическом участке в определенную стадию его развития. Устанавливается и другой поучительный в своей перспективе факт, что методика определения лабильности, рефрактерной фазы и хронаксии предопределяет ту зависимость, что текущие сдвиги лабильности в субстрате скажутся ранее и выразительнее на параметре лабильности по В е д е н с к о м у, чем на параметре рефрактерной фазы и тем более чем на параметре хронаксии [85].

К парабиотическому участку мы возвращались опять и опять затем, чтобы, во-первых, проверить исходные аналогии между состоянием возбуждения в нем и особенностями возбуждения в центрах, во-вторых, затем, чтобы проверив наши новые перспективы на более простом — на участке парабиоза, подняться затем опять к центрам.

В эти же годы в идеологическом консонансе с нами, но самостоятельно и с прекрасной экспериментальной изобретательностью, разрабатывал те же вопросы в Москве П. О. М а к а р о в. Ряд исследований установил способность парабиотического участка к избирательному проведению определенных импульсовых ритмов, в то время как отдельные волны возбуждения застревают в участке. Автор толкует этот момент как

«проторение» участка последовательными импульсами. В свое время я указывал на некоторое различие в понимании у нас этого механизма, страдившееся в наименовании «усвоение ритма» [87]. Проторение говорит все-таки о преодолении какого-то сопротивления, о пробивании преграды. Между тем, по нашему пониманию, дело идет о сообщении имеющемуся на месте длительному состоянию возбуждения колебательного характера в ритм стимуляции, т. е. о сокращении интервалов возбуждения в участке и их ритмовании. В следующих замечательных работах по хронаксиметрии нерва в различные моменты развития отдельной волны возбуждения Макаров в сотрудничестве с Гольдбурт уловил факты, побуждающие думать, что лабильность проводника поднимается по поводу одиночной волны. В относительную рефрактерную фазу хронаксия укорочена в 2—5 раз; она продолжает еще быть укороченной и в экзальтационную фазу. Подбирая адекватную форму толчка тока тотчас за предыдущим возбуждением, возможно получить экзальтацию вместо относительной рефрактерности. Парадоксальная стадия парабриоза характеризуется укороченной хронаксией, которая затем удлиняется [88]. Самостоятельное значение фактора лабильности в двигательном нерве и отсутствие непосредственной зависимости его от дыхательного метаболизма субстрата показаны в интересной работе и Е. И. Гусевой. Парабриоз от местного задушения участка в нерве растормаживается в строго бескислородной среде слабым раствором стрихнина или адреналина. Стало быть, рефрактерная фаза нерва не имеет непосредственной зависимости от окислительных процессов и даже для сокращения своего во время восстановления от парабриоза в них не нуждается. Как в подъеме лабильности, так и в угнетении ее приходящие импульсы играют роль прямых участников и факторов, но не простых свидетелей (индикаторов) совершающегося [89].

Когда у нас не было прямых измерительных средств для определения меняющейся лабильности, мы судили о ней и ее переменах по текущим изменениям физиологического эффекта в исполнительном приборе. М. И. Виноградов установил, что парабриоз растормаживается анэлектротон [90]. Из последовательности событий при этом я понял этот факт как выражение того, что анэлектротон связан с повышением лабильности [91]. В. С. Русинюв выяснил поучительные закономерности растормаживания анэлектротон с «головки» парабриотического участка [90]. В настоящее время установлено сокращение хронаксии и рефрактерных фаз в области анэлектротона [92].

Также по физиологическим эффектам на тот или иной способ раздражения судил об относительной лабильности вегетативных нервных приборов М. В. Кирзон. Средств получить гальваногамму токов действия с симпатикуса не было. Надо было идти окольным путем, подбирая различные формы и частоты ритмического электрического раздражения симпатикуса для получения оптимального эффекта на утомленную мышцу. Оказалось, что летом лабильность симпатикуса наибольшая, но наименее устойчивая. Осенью она высока и устойчива.

Оптимальными оказываются при этом относительно частые прямоугольные толчки тока. Зимой лабильность низка и оптимум раздражения — относительно редкий синусоидальный ток. В менее лабильном состоянии симпатикус склонен давать длительные следовые эффекты после раздражения, зависящие еще от каких-то изменений в самой «станции отправления» импульсов (ганглиев и волокон симпатикуса). Автор дает попутно принципиально важные методологические указания о том, что «более натурально и правильно выводить нормальные свой-

ства проведения через ткани не из сведений о судьбах одиночной волны, а из фактических влияний волновых групп и ансамблей... Из значия, например, хронаксии или рефрактерной фазы от одиночной волны едва ли возможно вывести имеющую наступить очередную реакцию ткани... Путь Введенского, начинающий с изучения тетанусов и ритмик, есть путь более реалистический и деловой, он богаче возможностями предвидения и глубже проникает в фактические законы возбуждения» [93]. Здесь мы опять встречаемся со следами и следовыми реакциями, с которыми имели дело в работах И. А. Ветюкова и Н. В. Голикова. На этот раз для следовых реакций в симпатикусе Кирзон пришел к важному наблюдению. Вместо того, чтобы наблюдать симпатический эффект в мышце при одновременном стимулировании симпатикуса и двигательного нерва, возможно разобщить эти два раздражителя во времени так, что, послав серию раздражений в симпатикус, лишь через более или менее значительный интервал времени начать серию импульсов в двигательном нерве. Можно даже поступить и так, что после серии импульсов в симпатикус этот последний нерв перерезать и после этого начать раздражение двигательного нерва. В обоих этих случаях симпатический эффект в мышце все-таки будет получен, и притом величина его будет зависеть и от продолжительности предшествовавшего раздражения симпатикуса, и от продолжительности дальнейшего раздражения двигательного нерва. В общем, симпатический эффект будет тем значительнее, чем значительнее была серия импульсов в симпатикусе, но в то же время он будет исчерпан тем скорее, чем значительнее серия импульсов двигательного нерва. Непосредственный результат от раздражения симпатикуса может оставаться невыявленным достаточное время, прежде чем он будет истрачен на симпатический эффект в мышце серией двигательных стимулов. Эта замечательная зависимость привела Кирзона к выводу, что непосредственный результат раздражения симпатикуса, вероятно, представляет собой определенное количество инкрета, которое затем истрачивается на эффект в мышце тем скорее, чем чаще двигательные импульсы.

Можно сказать: мы имеем перед собой в разобшении гуморальный и эксцитаторный эффекты в исполнительном органе [94]. Механизм следовых реакций, вероятно, разнообразен. В данном случае перед нами гуморальный след и его эксцитаторная утилизация.

XII

Само собой понятно, что для нас представляло исключительный интерес проникнуть в интимную природу физиологических антагонизмов для более полного понимания реципрокных зависимостей. В 1927/28 г. Е. А. Скрябина приступила к пересмотру классического антагонизма вагусной и симпатической иннерваций на сердце. Она обнаружила замечательный факт, что те влияния, которые понижают пороги для вагусного эффекта в сердце, понижают одновременно пороги для симпатического эффекта [95]. На Московском съезде физиологов 1928 г. аналогичная зависимость констатирована А. А. Зубковым для сердца теплокровного [96]. И. А. Аршавский в годы аспирантуры у нас был занят изучением в свете принципов Н. Е. Введенского вегетативных нервных приборов. Только что изложенное наблюдение на сердце привело его к объяснению быстрого прохождения вагусного эффекта в нормальном сердце из быстро наступающих компенсационных влияний симпатикуса. Когда выступление симпатикуса устранено эрготамином, вагусная остановка длится 20 минут и больше без всякого «утом-

ления». Аналогично в кишечнике торможение со спланхникуса вскоре прекращается компенсацией с вагуса, хотя сам симпатикус способен поддерживать свой эффект при подходящем раздражении весьма долго. Замечательно, что в то время как постганглионарный симпатикус обнаруживает на третьем веке типичный оптимум частоты, он же, стимулируемый теми же частотами с преганглионарных путей, поддерживает эффект неизменным в течение 3 часов. Дело, очевидно, в трансформации ритма импульсов при переходе на постганглионарные пути. Ганглиозные клетки проводят трансформируя, аналогично участку парабиоза. Для сильных раздражений появляются признаки второго оптимума [97]. Преганглионарный симпатикус третьего века производит на последнем выразительные эффекты тетанизованного одиночного сокращения, причем оплодотворение волн происходит в самом симпатическом стволе на месте подпороговой тетанизации [98]. Рядом с гуморальными факторами на вегетативном нервном пути определяющее значение для эффекта принадлежит интервалу раздражения, аналогично тому, как это имеет место в путях центральной системы.

Когда мы хотим подчеркнуть вполне самостоятельное физиологическое значение интервала между импульсами и интервала возбуждения в субстрате, всегда бывает важно отметить, что в получающемся эффекте ложится на долю нормального качественного преобразования реакции в зависимости от количественных изменений раздражения и что может быть приписано утомлению. С этим различием нам приходится иметь дело в каждой из работ. Специально на тему этого различия направлены работы П. А. Киселева [99] и мой доклад V съезду физиологов [48].

Мысль, что реактивная дееспособность физиологического прибора зависит, в конце концов, от интервалов возбуждения в его воспринимающих и проводящих элементах и от его способности отвечать на задаваемые ритмы импульсов, естественно, приводила к замыслу охарактеризовать физиологические системы более подробными и более конкретными паспортами, чем это делалось до сих пор, а именно: не одними порогами возбудимости, или исходной лабильностью, но по возможности всей областью частот и сил раздражения, в пределах которой прибор способен к действию. Прежде всего для каждой частоты имеется минимум и максимум силы раздражения, в пределах которых прибор реагирует от порога и до пессимума. Также для силы раздражения имеется минимум и максимум частоты. Можно было бы ожидать, что на координатной сетке «сила-частота» область реактивной дееспособности, скажем, нервно-мышечного прибора, стимулируемого с нерва, выразится площадью между двумя кривыми, из которых одна отвечает точкам «порогов возбуждения» в смысле Дюбуа Реймона, а другая — точкам «порогов парабиоза». Область реактивности, или (ради простоты) «площадь возбудимости» препарата в широком смысле термина, выразилась бы лентой между двумя такими приблизительно гиперболическими кривыми. Это так приблизительно и выходило для обстановки, в которой работал Л. Л. Васильев [100]. И такой параллелизм рубежных кривых представляет интерес, поскольку в парабиозе мы видим своеобразную «реакцию» субстрата. Но также надо было теоретически ожидать, что при определенных условиях «площадь возбудимости» должна становиться замкнутой, т. е. рубежные кривые сближаются до пересечения вправо и влево от средних частот. П. И. Гуляев показал, что такая замкнутая «площадь возбудимости» получается при развитии на нерве дополнительного парабиотического участка,

следовательно, при более значительном диапазоне гетерохронности в действующей проводящей системе. И в это время «площадь возбудимости» нервно-мышечного препарата начинает напоминать площадь слуховой рецепции по Гильдемейстеру и Вегелю [103]. В пределах «площади возбудимости» и в ближайших пограничных с ней областях мы будем иметь качественно различные реакции физиологического прибора в зависимости от количественных условий раздражения.

Спрашивается, какой же количественный фактор играет в физиологическом приборе роль ведущего аргумента, от которого зависит результат? Говоря вообще, это продолжительность, или интервал возбуждения в субстрате. Насколько интервал возбуждения более или менее одинаков на протяжении всей возбудимой системы и в то же время соответствует интервалу между последовательными импульсами раздражения, система будет воспроизводить ритм возбуждения на всем протяжении. Но условия проведения будут изменяться тотчас как только интервалы возбуждения в разных участках системы станут различными. Несовпадение интервалов будет вести к интерференции и блоку. В более общем случае аргументом для реакции окажется не столько сам интервал, сколько соотношение интервалов возбуждения в соседних звеньях его проведения. Когда интервалы возбуждения в соседних звеньях проведения неодинаковы, результат будет зависеть от того, на какой момент развития более продолжительного интервала будет приходиться влияние более короткого интервала. Иными словами, качественный результат от совпадения и встречи возбуждений будет зависеть от сроков воздействия одного из них на другое. От сроков воздействия нервных импульсов на возбужденное состояние в теле нервной клетки мы ищем аргументы для перехода реакции возбуждения к блоку. От сроков встречи во времени событий в ткани, во всем прочем сохраняющих прежние черты, радикально перестраивается результат. Поэтому, если бы потребовалось дать самый краткий отчет в том, какой же новый момент, до сих пор мало взвешенный в физиологии, был выдвинут Н. Е. Введенским и его школой на очередное рассмотрение в качестве мощного определителя физиологических событий, следовало бы сказать: это вполне самостоятельное значение физиологической срочности. Организм и его координация построены на срочности осуществления составляющих событий; пропуск срока для очередного события в микроинтервалах времени — обстоятельство, достаточное для того, чтобы в следующий момент перестроилась конечная реакция. Чем с более лабильными тканями имеем мы дело, тем более выразительно дает себя знать значение сроков и срочности выполнения составляющих функций. Где интервалы велики, гораздо менее критическое значение имеет отдельный момент их взаимодействия. Вот отчего так относительно инерционны типичные гуморальные влияния в организме и тонические установки по сравнению с тетаническими иннервациями мускулатуры. И вот почему выразительное течение парабриотических стадий предполагает относительно высоколабильное исходное состояние подопытного препарата. «Парабриотическое торможение, по правильному замечанию Е. К. Жукова, возможно только на бодрой ткани с быстрым обменом и со способностью быстрого реагирования. Иными словами, парабриотическое торможение еще раз противопоставляется упадку работоспособности, утомлению и тому подобным состояниям инвалидности в ткани. Оно возможно лишь в высокодеятельной ткани и выражает собой особую форму, именно деятельности ткани» [102]. Хорошо выраженный и быстро наступающий контраст лабильности в соседних участ-

ках — вот условие выразительной эволюции парабитических стадий. Срочное взаимодействие двух нервных импульсов в общем пути или в синапсе перед ним — вот условие их физиологической интерференции.

XIII

Шеррингтон и его школа в последние годы все более обращают внимание на значение интервалов и сроков взаимодействия импульсов в рефлекторных приборах [103]. Но сверх них они предполагают нужным допустить качественно различные химические влияния на синапс со стороны дуг, действующих на него антергетически. Дело не только в интервалах взаимодействия, но еще и в том, что одна из дуг вырабатывает на синапсе продукт, всегда его возбуждающий, другая же — продукт, всегда его тормозящий [104]. Превосходный опыт Е. Т. Брюкке на антагонистических дугах с интерференцией импульсов антергетических дуг в общем пути предполагает также сверх значения интервалов, специально возбуждающее действие на данный синапс импульсов одной дуги и специально тормозящее действие на него импульсов с дуги антергетической [105]. Интервал и срок представляются факторами, слишком изменчивыми, чтобы возможно было ими обеспечить столь постоянные результаты, как ресипрочные иннервации антагонистов. С другой стороны, из простого взаимодействия двух кратких импульсов кажется затруднительным представить себе длительный интервал торможения [107]. Заметим, что это последнее затруднение, побуждающее авторов допустить «тормозящую жидкость» в виде продукта от импульсов тормозящей дуги, и было в свое время отправным для Н. Е. Веденского в его поисках в сторону парабиоза [107]. Со своей стороны, мы воспроизвели экспериментальную обстановку Брюкке с интерференцией импульсов для заведомо синергетических дуг. Поскольку и та и другая «возбуждают» данный конечный путь, продукты от их возбуждения на действующем синапсе следует считать синергетическими. Будет ли при всем том развиться ресипрочная иннервация в исполнительном приборе в зависимости от интервалов интерференции? Н. В. Голиков в сотрудничестве с Л. М. Корн получили весьма постоянные ресипрочные эффекты, на этот раз зависящие только от интервалов взаимодействующих однородных импульсов [108].

Исходя из наших теоретических установок, мы должны были понимать влияние гуморального фактора на реакцию так, что гуморальный фактор изменяет рабочую установку эффектора, сдвигая его лабильность в сторону снижения или повышения. Лабильность же эффектора уже определяет собой и интервал возбуждения в органе и соответствующий интервал между импульсами, требующийся для поддержания в органе бесперебойного ритма работы. Непосредственным определителем того, как гуморальный фактор отзовется на работе органа, является все-таки текущая лабильность органа.

Чтобы проверить эту связь между факторами, мы воспользовались сердцем и вагусным торможением в нем. Известно, что под действием алкоголя [109], мускарина [110] и раздражения вагуса [111] сокращается рефрактерная фаза сердца, и тогда последнее может развивать тетанус. Впоследствии установлено также укорочение хронаксии сердца при действии вагуса [112]. Изменения в сердце по рефрактерной фазе, по хронаксии и по появлению тетануса говорят единогласно о повышении лабильности в нем. Наш вопрос природе и был формулирован так: повышение лабильности в сердце при действии вагуса и вагомиметических

веществ не есть ли подлинная причина вагусных симптомов в сердце? Иными словами, если подобрать фактор, который задержал бы вагусные сдвиги лабильности в сердце при всем том, что вагус развивал бы свое гуморальное действие, не будет ли тем самым сниматься и вагусная остановка в сердце? Этот вопрос разрабатывался у нас Б. В. Болдыревым, показавшим, что локальное охлаждение кусочком льда области ремаковского ганглия прекращает параллельно и тетанус сердца и вагусную остановку при продолжающемся действии вагуса. Фактор, снижающий лабильность сердца, компенсирует ее сдвиг в сторону повышения, происходящий под действием вагусного вещества, и тогда, при прочих равных условиях, вагус не производит своего канонического эффекта. Фактором, снижающим лабильность сердца и затягивающим его период, может служить также стрихнин в соответствующих концентрациях. Д. С. Гуркин прикладывал стрихнин локально к области ремаковского ганглия и получал не менее выразительное снятие вагусного эффекта при прежних раздражениях вагуса. Получается весьма большая вероятность, что нервно-гуморальный фактор производит канонические функциональные изменения в сердце не иначе, как через посредство тех сдвигов в лабильности последнего, которые предопределяют затем то экзальтационные, то тормозные эффекты, отвечающие правилу. Очень поучительно совместное наблюдение Д. С. Гуркина с Е. К. Жуковым: когда сердце блокировано охлаждением ремаковского ганглия, повторительное раздражение блуждающего нерва ведет к появлению систол, более частых и более низких, чем при нормальном ритме; в этот момент легко получаются тетанусы сердца и в тех же условиях раздражение симпатического нерва производит полный блок желудочков.

Не следует думать, что после того, как нервно-гуморальные факторы создадут определенную установку лабильности в сердце, т. е. подчеркнут определенный интервал и ритм работы сердца на данный момент, эксцитаторным импульсам остается всего лишь считаться с определенными условиями оптимум, независимо от той установки лабильности, которая подготовлена нервно-гуморальным влиянием на субстрат. Л. М. Шерешевский и Н. А. Шошина, а потом Н. А. Шошина и Е. К. Жуков могли видеть сдвиги лабильности под действием самих раздражающих импульсов. Автономный ритм желудочка регулируется с предсердия, но может быть заметен изменен также действием сторонних импульсов. Опять и опять мы подчеркиваем, что действующий импульс есть отнюдь не только индикатор, но и прямой фактор как экзальтации, так и торможения. Если нервно-гуморальный агент является в особенности «фактором подготовки», то эксцитаторный агент оказывается преимущественно «фактором осуществления». Но вместе с тем он участвует в переработке и в сдвигах того, что «подготовлено».

В сердце эти зависимости относительно легко обозриваемы, потому что явно один и тот же субстрат настраивается здесь на различные темпы деятельности и на осуществление различных механизмов. На иннервации скелетной мускулатуры заметить подобные зависимости гораздо труднее, ибо там всегда напрашивается сомнение, что перестройки реакций зависят не столько от изменяющейся лабильности в тех же субстратах, сколько от перехода текущей работы на новые анатомические единицы, например, на новые мышечные группы.

Старые наблюдения мои над порогами, относящиеся к 1903, а затем к 1909 и к 1921 гг., привели меня к мысли, что еще для очень сла-

бых, припороговых, раздражений довольно легко получить явления пессимума, когда будет надолго казаться, что субстрат рефрактерен к прилагаемым стимулам, тогда как на самом деле он от них тормозится. В такие моменты приходится значительно усиливать раздражения, чтобы получить эффекты, которые могут приниматься за «пороговые», тогда как они оказываются последствиями от предыдущих торможений. Отсюда мысль о «послойном» вовлечении возбудимой системы в активный процесс и о неоднократном фазном пессимуме (см. выше XII). Н. Е. Введенский занялся этими явлениями более пристально при исследовании «истерииозиса» [13]. Когда аналогичные данные касательно порогов были изложены в работе Бриско [14], это не могло не вызвать у нас настороженного внимания. Помимо всего прочего, здесь в чрезвычайно выразительной форме давался пример того, как может получить нормально-физиологическое и функциональное применение оптимум и пессимум частоты и силы раздражения в смысле Н. Е. Введенского. Исключительно оригинальное поведение порогов для вызова тонических реакций, значение «настраивания» субстрата адекватными раздражениями на тонический характер реакции, наступления переходного пессимума для тонуса, когда с учащением и усилением импульсов субстрат вступает в область тетанических реакций, — все это представляет первостепенный интерес с точки зрения установок лабильности в действующих приборах под влиянием гуморальных и эксцитаторных факторов. «Если перед нами два отдельных субстрата — один для тонуса, другой для тетануса, то для каждого из них постепенно усиливающимися импульсами создается сдвиг лабильности — сначала в благоприятную для эффекта сторону (в одном для тонуса, в другом для тетануса), затем в сторону пессимума, когда западают тонус в одном случае, тетанус — в другом. В этих условиях будем иметь и для тонического, и для тетанического субстратов по одному оптимуму и по одному пессимуму. Если перед нами один и тот же субстрат для тонуса и для тетануса, то под действием импульсов он вовлекается в активность то с более поверхностным и энергетически более дешевым метаболизмом (тонус), то с более глубоким и энергетически более дорогим метаболизмом (тетанус), причем и для того, и для другого есть свои оптимальные скорости и темпы внутритканевой активности, наиболее соответствующие во времени скоростям и темпам приходящих со стороны импульсов» [13]. Те раздражения, которые были тормозящими, на глазах экспериментатора становятся возбуждающими; и это оттого, что субстрат втягивается в задаваемый ритм деятельности и начинает работать в его порядок. Для каждого отдельного случая здесь нужны условия, благоприятствующие тому, чтобы данный субстрат втянулся в заданный темп, дабы уже не тормозиться от него, но возбуждаться им. И здесь предстоит установить пределы усвоения ритма для отдельных приборов.

В только что изложенных закономерностях мы видим в наглядном выражении значение лабильности субстрата с ее функциональными вариациями, содействующими переменной функциональной установке органа на различные типы работы.

На первый взгляд представляется затруднительным представить, как это одна и та же мускулатура может так перенастраиваться на новые темпы работы под действием гуморальных факторов и эксцитаторных импульсов. Не проще ли думать так, что одна часть мускулатуры заранее обладает низкой лабильностью, а другая — высокой, и реакция привлекает к делу то преимущественно первую, то преимущест-

венно вторую. В недавнем прошлом можно было бы думать, например, так, что приборы экстрапирамидальной системы и в центрах и на периферии мало лабильны и потому удобны для обслуживания тонуса; приборы же пирамидальной системы высоко лабильны, и к ним приурочены в особенности быстро совершающиеся тетанические реакции.

Впрочем, надо вспомнить, как у животных, еще не имеющих пирамидальных приборов стационарно (например, у крокодила) или вследствие раннего возраста (например, у котенка), скелетная мускулатура может настраиваться то на низкую лабильность тонического типа, то на высокую лабильность с очень быстрыми реакциями. У крокодила рядом с типичными медленными движениями известны приступы локомоции громадной быстроты. Зимний крокодил, оцепенелый и производящий необыкновенно медленные, тягучие движения, будучи раздражен надоевшими ему лягушками, внезапно переходит к агрессивной реакции и тогда уничтожает с исключительной ловкостью десятки назойливых животных в несколько минут, несмотря на неудобства для этой операции в небольшом террариуме. Мариниску с сотрудниками обнаружили на котенке, что мускулатура в онтогенезе лишь постепенно сокращает свои хронаксии, т. е. повышает лабильность, подгоняя их к хронаксии нервного пути. Значит ли это, что котенок способен лишь к медлительным тоническим реакциям? Замечательно, что именно у котенка отделение медуллярно-спинальной оси от красного ядра до поры до времени ведет не к тонусоподобной регидности мускулатуры, как это типично для взрослого животного, но к освобождению ускоренной локомоторной работы. Несоответствие хронаксии нервных путей хронаксиям мышц говорит не о том, что котенок не способен к быстрым тетаническим иннервациям мускулатуры, но о том, повидимому, что процессы усваивания ритма на ходу работы занимают у котенка еще большее место, чем у взрослой кошки.

Впрочем, необходимо отметить, что нас, учеников Н. Е. Введенского, понимают не совсем правильно, когда думают, будто мы отрицаем специальное действие и назначение отдельных нервных путей и станций назначения. Мы его отнюдь не отрицаем, но мы не довольствуемся его констатированием, а ищем его объяснения и утверждаем, что объяснения для фактически специального действия того или иного нервного проводника получить нельзя, пока не приняты во внимание фактические условия развития во времени влияний данного пути на соответствующие эффекторы. Иными словами, кроме постоянной топки нервных сообщений необходимо знать изменчивые интервалы и сроки нервных взаимодействий. Совсем не значит отрицать значение существующей железнодорожной сети, когда берешь на себя утверждать, что значения этой сети мало, а необходимо знать еще интервалы, скорости и сроки эксплуатации путей для достижения определенного хозяйственного результата. С нашей точки зрения, предстоит пересмотреть, как центры различных этажей видоизменяют свое взаимодействие и текущую лабильность при организации того или иного рабочего ансамбля. Затем, в каких пределах изменяется лабильность и могут усваиваться ритмы импульсов в отдельных нервных центрах? Наконец, как при наличной нервной топике обеспечивается и видоизменяется рабочий результат иннервации в зависимости от эксплуатационных интервалов и сроков сообщений между станциями.

В заключение о нашем параметре физиологической лабильности следует вспомнить, что он выдвинул Н. Е. Введенским ровно 45 лет тому назад.

Надо сознаться, что использован он очень мало и у самих учеников Введенского очень долго оставался втуне, так что еще совсем недавно поднимался у нас вопрос, не есть ли показатель лабильности то же самое, что и порог возбудимости. То, что проблема лабильности оставалась долго без движения, — это наш стыд. Проблемой переменной лабильности и ее определяющего значения для физиологического состояния тканей заняться тем своевременнее, что она поднимается уже, помимо нас, современной французской физиологией, впрочем, в гораздо более частной и суженной редакции — в проблеме хронаксии [116]. Как ни курьезно, но, только стукнувшись о проблему хронаксии, начинают уяснять себе значение нашей проблемы физиологической лабильности в ее важности и своеобразии.

XIV

Давняя традиция физиологической лаборатории Ленинградского университета в том, что искания ее держатся все около одного основного стержня или русла, которые из года в год растут, переходят к новым задачам, перестраиваются, но при всем том дают себя знать, начиная со своих истоков, в каждой отдельной теме, которая ставится на очередь. Когда приходил к нам работник с самостоятельной инициативой, а поручками были средства для предоставления рабочего места, лаборатория шла навстречу новым поискам. Много раз повторялось, что такой инициативный работник, когда дело у него спорилось, находил впоследствии органические линии к сращиванию с основным руслом лаборатории. К таким самостоятельным работникам у нас за эти 20 лет принадлежали: Н. Н. Малышев, сотрудник Сеченова и Введенского по старым годам [117], Ю. М. Уфлянд [118] и П. А. Некрасов [119], даровитые молодые работники, ступившие в лабораторию при Н. Е. Введенском, но уже не успевшие встать под его руководство, А. Н. Магницкий, вполне самостоятельно работавший над парабюром нерва [120]. И. А. Аршавский, о котором я говорил выше, талантливый наш аспирант, в значительной степени сохранявший у нас оригинальность своих поисков [95, 99]. Из своих прежних сотрудников, сверх названных выше, лаборатория и школа вспоминают с особой признательностью В. Е. Делова [121], составляющего для нас живую связь с электрофизиологией Ленинградского института мозга и Ленинградского ВИЭМ, и Г. П. Конради [122], поддерживавшего наши связи со школой покойного И. П. Павлова. Из вошедших в лабораторию в последние годы следует назвать в особенности М. И. Рафики [123] и С. Е. Рудашевского [124], вкладывающих свои и силы и дарования в разработку нашей очередной тематики. Первый из них занят исследованием того, как доминанта складывается в центрах при отсутствии коры; также, какое значение сроков вмешательства коры для того, чтобы купировать инерцию субкортикального развития доминанты. Второй занят дальнейшим исследованием нервно-гуморальных торможений в рефлекторном приборе и различием собственно эксцитарных влияний на него.

Основная физиологическая лаборатория университета послужила стержнем, около которого с 1924 г. начала организовываться новая отрасль университетского преподавания физиологии со своими особыми и новыми заданиями. Постепенно отдифференцировалась новая, сначала филиальная, а затем самостоятельная лаборатория физиологии труда. Вся эта организационная работа выношена на плечах коллектива нашей молодежи, без которой мы ничего сделать, без сомнения, не мог-

ли бы. Во главе новой лаборатории встал профессор М. И. Виноградов при сотрудничестве В. Г. Куневича и Я. А. Шейдина. С 1932 г. стал постепенно организовываться вокруг того же стержня наш университетский физиологический научно-исследовательский институт. С 1934 г. он получил утверждение в качестве самостоятельной единицы. Щедрая помощь правительства дала возможность развернуть к 1935 г. ряд лабораторий в сторону физиологии и биохимии с привлечением к заведыванию ряда крупнейших специалистов: Е. С. Лондона, В. А. Энгельгардта, К. М. Быкова, В. С. Садикова, А. В. Немилова и др. Я не буду касаться здесь истории этих насаждений в университете, обязанных целиком советским годам. Этой истории посвящен мой довольно подробный очерк, написанный к Международному конгрессу «Физиологический институт Ленинградского университета в истории своего возникновения» [125].

Чтобы закончить нынешнее изложение, мне хочется сказать вкратце об одной из перспектив исследования физиологических событий в интервалах времени, требующихся для их завершения. Может быть отсюда будет видно еще раз достаточное основание и для нашей характеристики нервного торможения как конфликта возбуждений. Мы видели в предыдущем, что доминантный процесс отнюдь не кортикальный лишь процесс. Кортикальным он становится, поскольку коре придется считаться с его возникновением в организме. Сплошь и рядом он может происходить и протекать при отсутствии коры. Но в присутствии коры у него есть свои кортикальные компоненты рядом с соматическими компонентами. Первые оказываются следами от прошлых доминант и вместе затравками, по которым могут быть вызваны соматические компоненты прошлых доминант. Они могут переживаться и в отдельности, не доводя до возобновления соматического состава прошлых доминант в той или иной степени полноты. Тогда кортикальный компонент оказывается лишь следом и памяткой прежних доминант и переживается с относительно очень сокращенным интервалом. Если по такому следу возобновляется соматический состав соответствующей рабочей установки, дело идет о значительной инерции и об относительно продолжительном интервале, в течение которого организм и его центры будут заняты данной установкой поведения.

Спрашивается, в чем биологический смысл этих крайне быстрых, подчас неуловимых проскакиваний во времени кортикальных следов от прежних доминант? Смысл высоких скоростей и кратких интервалов здесь в том, чтобы перед лицом новых и новых данных приходящей среды, в условиях, не терпящих отлагательства, перебрать арсенал прежних опытов, дабы путем относительно очень быстрого их сопоставления избрать установку, более или менее идущую к делу, и возобновить ее для новой задачи. Целесообразность или нецелесообразность выбранной установки прошлого решает дело. Но избрание это имеет во всяком случае критическое значение, ибо соматическое течение доминанты займет собой пути надолго, так что его придется тормозить, если установка окажется неподходящей. Чаще, впрочем, дело идет не о категорическом несоответствии возобновленной установки новым данным среды, а лишь о частичном несоответствии между ними. Тогда дело идет о перестраивании прежней инерционной установки по новым условиям и вместе об обогащении и переинтегрировании по этому поводу прежнего кортикального следа. Во всех подобных случаях дело идет о срочном перерабатывании прежней установки возбуждения новыми возбуждениями, вызываемыми импульсами из среды.

Наличие интервала, требующегося для завершения возникшего возбуждения, и необходимость срочного его оформления предвидят с неизбежностью конфликт возбуждений в путях. Конфликт же, как мы знаем, может вести и к подкреплению, и к торможению в зависимости от условий встречи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работы физиологической лаборатории Петроградского университета, IX—X, Юрьев, 1917.
2. Н. Е. Введенский, Pflüg. Arch., 100, 83, 1903; Собр. соч., изд. Лен. университета, IV, 81 и сл., 1935.
3. Н. Е. Введенский, Русск. физиол. журн., III, 18, 1921.
4. Н. Е. Введенский, Изв. Росс. акад. наук, XIV, 333, 1920.
5. Hermann u. Weiss, Pflüg. Arch., 71, 237, 1898.
6. Gildemeister u. Weiss, Pflüg. Arch., 94, 509, 1903.
7. Ср. Cremer В., Nagel's Handbuch d. Physiologie d. Mensch, IV, 966, Braunschweig, 1909; Broemser Bethe's Handbuch d. norm. u. path. Physiol., IX, 229, Berlin, 1929.
8. А. Ухтомский, Физиология двигательного аппарата, стр. 34, Ленинград, Практ. мед., 1927.
9. M. Lericque, C. r. Soc. biol., 86, 46, 1923. L. u. M. Lericque, ibid, 99, 1947, 1928.
10. Monnier et Jasper, C. r. Soc. biol., 110, 547, 549, 1932; Monnier, Etude exp. du mécanisme physicochimique de la subordination nerveuse, Thèse Fac. d. Sc., Paris, 1933, Arch. inter. de physiol., 37, 337, 1933.
11. А. Ухтомский, XV Междунар. конгресс физиологов, изд. Акад. наук СССР, М.—Л., 1936, стр. 59—60.
12. А. Ухтомский, Русск. физиол. журн., III, 22, 1921.
13. А. Ухтомский, Русск. физиол. журн., III, 20, 1921.
14. А. Ухтомский, Русск. физиол. журн., V, 280, 1923; Физиология двигательного аппарата, 76—79, 1927.
15. В. В. Аничков и Н. П. Резвяков, Русск. физиол. журн., V, 337 и 341, 1923.
16. Н. Я. Перна, О функциональных изменениях нерва и мышцы при пропускании постоянного тока, Юрьев, 1914; Работы физиол. лабор. СПб. университета, VI—VIII, Юрьев, 1913.
17. Н. Е. Введенский, Собр. соч., II, 188—189 (О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе, § 95—99). Ленинград, 1934.
18. Л. Л. Васильев, Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы (под ред. В. М. Бехтерева). Госиздат, 1925, стр. 16—Ф. П. Петров и Д. А. Лапцкий, ibid., II, 102, 1926.
19. М. И. Виноградов, Работы физиол. лабор. СПб. университета. IX—X, 145, 1914.
20. Материалы к физико-химическому познанию парабиоза, сб. «Парабиоз», изд. Комм. акад., 141, 1927.
21. Н. П. Резвяков, Русск. физиол. журн., III, 25, 1921; IV, 215, 1922; V, 83, 313, 1923.
22. М. И. Виноградов, Pflüg. Arch., 204, 430, 1924.
23. О. И. Романенко, Труды Петергофск. е.-н. инст., № 7, 53, 1930; А. Ухтомский, ibid., 3, 1930.
24. E. Gellhorn, Das Permeabilitätsproblem, S. 180, Berlin, 1929.
25. Н. Е. Введенский, Работы физиол. лабор. СПб. университета, 1, 6-я статья, 1906.
26. Некрологи Н. Е. Введенского: а) А. Ухтомский, Русск. физиол. журн., VI, 5, 1923, б) Н. Я. Перна, Русск. физиол. журн., VI, 19, 1923; в) Д. С. Воронцов, Научн. изв. Смоленского гос. университета, 1, 36, 1923.
27. А. Ухтомский, Русск. физиол. журн., VI, 29, 1923.
28. А. Ухтомский, Физиол. журн. СССР, XVI, 14, 1933.
29. В. А. Veerarius, Kritik der reinen Erfahrung, II, 275, ff. 476, 497, Leipzig, 1890.
30. А. Ухтомский, О зависимости кортикальных двигательных эффектов от побочных центральных влияний, 83, Юрьев, 1911.
31. Н. Е. Введенский, Возбуждение, торможение и наркоз, гл. IV, Собр. соч., Ленинград, 1935, 53—57.
32. Н. Е. Введенский, ibid., Ленинград, 1935, стр. 54.
33. Н. Е. Введенский, ibid., Ленинград, 1935, стр. 117; ср. Pflüg. Arch., 100, 124, 1903.
34. А. Ухтомский, Доминанта и интегральный образ (подробное изложение

- доклада на II Психоневрологическом съезде в Ленинграде в декабре 1923 г.), Врач. газ., № 2, 1924.
35. И. С. Беритов. Индивидуально-приобретенная деятельность центральной нервной системы, 1932, Тифлис, стр. 96—100.
 36. Adrian, Journ. of physiol. 61, 49, 1926; Adrian a. Zottermann *ibid.*, 1926, p. 151; Adrian a. Umrath *ibid.*, 139, 1926, p. 68; Adrian, Proc. Roy Soc., 106, 596, 1930; Adrian a. Buyten dijk, Journ. of physiol., 71, 121, 1931.
 37. А. Ухтомский. Парабиз и доминанта, сб. «Парабиз», изд. Комм. акад., Москва, 1937.
 38. Н. Е. Введенский, Pflüg. Arch., 25, 143, 1881. Прибавление к русскому переводу учебника физиологии Фредерика и Ньюэля, стр. 535, СПб., 1896, Журн. общества охранения народного здравия, № 1, 4, 1897.
 39. Н. Е. Введенский. С. г. Acad. Sc., Paris, 155, p. 231, 1912; Русский врач, № 22, 1912; Folia neurobiologica, 6, 591, 1912.
 40. Н. Е. Введенский, Тезис (а) первого издания и тезис (0) второго издания трактата «Возбуждение, торможение и наркоз», Собр. соч., IV, стр. 54.
 41. А. Ухтомский, см. № 36, стр. 72, примеч.
 42. Hansen u. Hofmann, Ztschr. f. Biol., 71, 99, 1920; Weizsäcker, Deutsch. Ztschr. f. Nervenl., 70, 115; Bethe's Handbuch d. norm. u. path. Physiol., X, 76, Berlin, 1927. — Н. А. Шошина, Труды Петергофск. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 143. — Д. Г. Квасов, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 13, 1933, стр. 150.
 43. P. Hofmann, Untersuchungen über die Eigenreflexe, S. s. 80—81, Berlin, 1922; Covaciu—Ulmeanu, Effort volontaire et chronaxie, Paris, 1936.
 44. А. Ухтомский, см. № 36, стр. 57—58.
 45. J. Demeer, Arch. intern. de phisiol., 13, 187, 1913.
 46. R. Kolm u. E. Pick, Pflüg. Arch., 184, 79, 1920; 189, 137, 1921.
 47. Kehrger, Cushny, Dale, Barger, H. Dale, Journ. of physiol., 4, 19, 1910.
 48. Z. M. Васц, Ergebnisse der Physiol., 37, 82, 1935.
 49. А. Ухтомский. Доклад на V Всес. съезде физиологов, 29, VI, 1934; Физиол. журн. СССР, XVII, 1114, 1934.
 50. H. Dale, Reizübertragung durch chemische Mitteln, im peripheren Nervensystem. Sammlung der v. d. Nottmangel—Stiftung Veranstalt. Vorträge, Heft 4, Berlin, 1935. — М. Н. Ливанов и А. М. Рябиновская. Данные их совместной работы, доложенные Рябиновской на I совещании биогруппы Акад. наук СССР по физиологическим проблемам 23 II 1937.
 51. А. Ухтомский, N. E. Wedensky's School of Physiologists at the Leningrad University, p. 56. Leningrad, 1935, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 17, 1936, стр. 5.
 52. А. Ухтомский, см. № 36, стр. 38.
 53. S. Ch. Sherrington, The integrative Action of the Nervous System, p. 115—149, 233, 310, 346, New-York, 1906.
 54. F. N. Leneu, Lehre vom Tonus u. Bewegung, Berlin, 1923, S. 53, 56—58, 153.
 55. Bethe u. Kost, Pflüg. Arch., 194, 77, 1922.
 56. K. Wachholder, Willkürliche Haltung und Bewegung, 97, 114, 137, München, 1928.
 57. А. Ухтомский, № 29, стр. 164.
 58. Sherrington, № 52, P. 328.
 59. В. М. Бехтерев. Основы учения о функциях мозга, I, СПб., 1903, стр. 66.
 60. W. Mc. Dougall, Brain, 26, 153, 1903; The Nature of Nervous Processes, Trans. Oxford Univers. Jun. Scient. Club., 2, 159, 1907.
 61. А. Ухтомский, см. № 29, стр. 168—174.
 62. И. С. Беритов. Учение об основных элементах центральной координации скелетной мускулатуры, Петроград, изд. Стасюлевича, 1916, стр. 64.
 63. Э. Айрапетьянц и В. Балакшина. Труды Ленингр. общества ест., 62, 141, 1933; Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 13, 141, 1933.
 64. А. В. Тонких. Русск. физиол. журн., X, 86, 1927.
 65. Э. Айрапетьянц и В. Балакшина, Тезисы сообщений XV Международного конгресса физиол., Биомедгиз, 1935, стр. 5. Физиол. журн. СССР, XXI, 863, 1936.
 66. P. Trendelenburg, Гормоны, русск. пер. под ред. Н. К. Кольцова, I, 157, и сл., Гос. мед. изд., 1932.
 67. Акад. И. И. Шмальгаузен, Рост животных, Сборник под ред. проф. С. Я. Капланского, М. С. Мицкевича, Б. Н. Токина и И. И. Шмальгаузена, стр. 77; ср. также 80, 83, 87, Биомедгиз, 1935.
 68. F. Reuleaux, Theoretische Kinematik, I, Braunschweig, 1875; Die praktischen Beziehungen der Kinematik, II, Braunschweig, 1900. — Ср. X. I. Гохман, О ки-

- нематике механизмов, VIII съезд русск. естествоиспыт. и врачей в СПб., отд. I, СПб., 1890, стр. 26.
69. А. Ухтомский, № 8, стр. 156.
 70. А. Ухтомский, № 29, стр. 186, ср. стр. 125.
 71. Н. В. Голиков и П. А. Киселев, Тезисы сообщений XV Междунар. конгресса физиол., стр. 111, Биомедгиз, 1935; Физиол. журн. СССР, XXI, 698, 1936; Труды Физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 19, 1937.
 72. А. Ухтомский, № 8, стр. 30.
 73. А. Ухтомский. Инстинкт и доминанта, Научн. изв. Смоленского гос. университета, 1, 1923, стр. 1.
 74. И. Каплан и А. Ухтомский. Русск. физиол. журн., VI, 71, 1923.
 75. И. А. Ветюков, Сб. работ физиол. лабор. ЛГУ, стр. 145, Госиздат, 1930.
 76. Н. В. Голиков. Труды Лен. общества ест., 57, 91, 1927. (Доклад на II Всес. съезде физиол. в мае 1926 г.).
 77. Н. В. Голиков, Сб. работ физиол. лабор. ЛГУ, стр. 133, 1930.
 78. Н. В. Голиков, см. № 76, 1930, стр. 139.
 79. В. С. Русинов. доклад в Сеченовском обществе физиол. в феврале 1928 г. Подробное изложение в Сб. работ физиол. лабор. ЛГУ, 1930, стр. 30.
 80. А. К. Воскресенский и Н. И. Зацкая, Сб. работ физиол. лабор. ЛГУ, 1930, стр. 30.
 81. В. С. Русинов, Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 33.
 82. О. И. Романенко. Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 53; ср. Е. К. Жуков, Труды физиол. научно-исслед. инст. ЛГУ, № 15, 1935, стр. 407.
 83. А. О. Конилов. Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 85.
 84. Ю. С. Френкель. Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 101.
 85. И. А. Ветюков, Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 117.
 86. Н. В. Голиков, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 13, 1933, стр. 33.
 87. Н. В. Голиков и В. Л. Меркулов, Труды Ленингр. общества ест., 64, 304, 1935; Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 15, 1935.
 88. П. О. Макаров, Физиол. журн. СССР, XV, в. 1—2, 1932 (четыре сообщения).
 89. А. Ухтомский, Физиол. журн. СССР, XV, 66 и сл., 1933
 90. П. О. Макаров и С. Н. Гольдбург, Труды Лен. общества ест., 64, 319, 1935; Pflüger. Arch., 238, 1937.
 91. Е. А. Гусева, Труды Лен. общества ест., 64, 283, 1935; Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 15, 1935.
 92. М. И. Виноградов, Работы физиол. лабор. Петр. университета, № IX, X, 1917, стр. 145.
 93. А. Ухтомский, Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 15 и сл.
 94. С. Н. Bishopa. Erlanger, Am. Journ. of. physiol., 78, 630, 1926; Monnier et Jasper, Verh. XIV Internat. Kongress d. Physiol., 1932, S. 184
 95. М. В. Кирзон, Труды Физиол. научно-иссл. инст. ЛГУ, № 14, 1934, стр. 31.
 96. М. В. Кирзон, Тезисы сообщений XV Междунар. конгресса физиол., стр. 199, Биомедгиз, 1935; Физиол. журн. СССР, XXI, 733, 1936.
 97. Е. А. Скрябина, Сборник работ физиол. лабор. ЛГУ, 1930, стр. 176.
 98. А. А. Зубков, Труды III Всесоюзн. съезда физиол., 1928, стр. 70.
 99. И. А. Аршавский. Труды Лен. общества ест., 62, 76 и 98, 1933; Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 13 1933.
 100. И. А. Аршавский, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 14, 1934, стр. 72.
 101. П. А. Киселев, Сборник работ физиол. лабор. ЛГУ, 1930, стр. 190.
 102. Л. Л. Васильев, Pflüger. Arch., 222, 702, 1929.
 103. Gildemeister, Bethé's Handb. d. norm. u. path. Physiol., XI, I, S. 542, Berlin, 1926.
 104. Е. К. Жуков. Труды Лен. общества ест., 64, 421, 1935.
 105. R. S. Creed, D. Denny-Brown, J. G. Eccles, K. G. Liddell and G.H. S. Sherrington, Reflex Activity of the Spinal Cord., pp. 31—46, Oxford, 1932.
 106. Ch. S. Szerrington, Proc. Roy. Soc., 97—B, 519—1925; Vol., 105—B. 332, 1929.
 107. E. Th. Brücke, Ztchr., f. Biol., 77, 29, 1922.
 108. J. E. Fulton, Muscular Contraction, p. 346, London, 1926; А. Ф. Самойлов и М. А. Киселев. Журн. эксп. биол. мед. № 15, 1927; pflüger. Arch., 215, 699, 1927
 109. Н. Е. Введенский, Собр. соч., II, 186, 1934.
 110. Н. В. Голиков и Л. М. Корн, Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 129.
 111. Bornstein, Arch. f. Anat. u. Physiol., S. 368, 1906; Rössler, Ztchr. f. Biol., 81, 299, 1924.
 112. Вальтер, Pflüger. Arch., 78, 627, 1900.

113. Rougetm, Arch. de physiol., VI, 391, 1894; Frank, Ztschr. f. Biol., 38, 305, 1900.
 114. H. Fredericq, C. r. Soc. biol., Paris, 91, 1171, 1924; 92, 208, 462,739, 1925; 95, 247, 1926; Arch. intern. de physiol., 25, 153, 1925.
 115. Н. Е. Введенский, Русский врач, № 22, I, 1912.
 116. G. Briscoe, Journ. of physiol., 71, 292, 1937; 76, 52, 19, 1932.
 117. С. И. Горшков и Е. А. Гусева, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 14, 1934, стр. 78; № 15, 1935, стр. 371; первое совещание биогруппы Акад. наук СССР по физиологическим проблемам (тезисы докладов), стр. 25, изд. Акад. наук СССР, 1937.
 118. А. Ухтомский, La labilité physiologique et l'acte d'inhibition. Доклад на XV Междунар. конгрессе физиол., 1935; Труды Лен. общества ест., 64, 277, 1935; Физиол. журн. СССР, XXI, 1068, 1936.
 119. Н. Н. Малышев, К феноменологии парабиоза. Труды Петерб. е.-н. инст., № 7, 1930, стр. 157.
 120. Ю. М. Уфлянд, Pflüg. Arch., 208, 87, 1925; Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы, II, 1926, стр. 76; Труды Лен. инст. по изучению профзаболеваний, V, 7, 1931.
 121. П. А. Некрасов, Новое в рефлексологии и в физиологии нервной системы, II, 115, 1926; Физиол. журн. СССР, XV, 380, 1932; Арх. биол. наук, 33, 102, 1933.
 122. А. Н. Магницкий, Русск. физиол. журн., VII, 1925; см. сводный доклад на XV Междунар. конгрессе, Физиол. журн. СССР, XXI, 905, 1936.
 123. В. С. Делов, Теория и схема электрофизиологического усилителя, Сборник работ физиол. лаб. ЛГУ, 1930, стр. 67. Достижения последнего времени, см. доклад на XV Междунар. конгрессе, Физиол. журн. СССР, XXI, 908, 1936.
 124. Г. П. Конради, Сборник работ физиол. лабор. ЛГУ, стр. 118, 1930. Учебник по физиологии труда (в сотрудничестве с А. Д. Слонимом и В. С. Фарфелем), Госиздат, 1934.
 125. М. И. Рафики, Реактивные изменения в организме при экстракции коры головного мозга, Труды физиол. н.-и. инст. ЛГУ, № 17, 1936, стр. 17.
 126. С. Е. Рудашевский продолжает исследование Н. В. Голикова и П. А. Киселева по нервно-гуморальным торможениям в спинном мозгу.
 127. А. Ухтомский, Физиол. журн. СССР, XIX, 308, 1935; см. также № 50.
 128. Д. Г. Квасов, Pflüg. Arch., 237, 576, 1936 (работал в сотрудничестве с А. И. Науменко).
-

ОБ УСЛОВНО-ОТРАЖЕННОМ ДЕЙСТВИИ¹

I

У Декарта уже есть состав понятия рефлекса, но нет еще этого понятия как особого имени. «Механизм нашего тела сложен так, — по словам французского мыслителя, — что при движении руки к нашему глазу возбуждается в нашем мозгу другое движение, которое проводит (conduit) животных духов (esprits animaux) к мышцам, опускающим веки». Животные духи, по представлению автора, это наиболее подвижные частицы из крови, которые отбираются из последней нервными путями с тем, чтобы передаться сначала в поры мозга, а потом от мозга к мышцам. Так с роковой неизбежностью машины складываются и сложные человеческие поступки, те образы действия, которые мы называем страстями и пытаемся критиковать, в то время как их следовало бы изучать, как всякий другой физический механизм [1]. Как всегда, зачаток будущего научного понятия в своем первоначальном зародыше содержит значительно более, чем будет впоследствии, когда школа выработает из него строго очерченный шаблон. Современный адепт учения о неразделимости нервного и гуморального действия может не без основания сказать, что вот сам Декарт полагал рефлекторное действие не иначе, как через посредство элементов крови; а с другой стороны, уже с самого начала этот «механизм нашего тела» привлекается автором принципиально для объяснения страстей и натуральных влечений, т. е. того, что в других терминах называют инстинктами. Разумно ли критиковать страсти и инстинкты — вот тема, которая ставилась знаменитым французом в особенности, когда он выдвигал идею отраженного действия.

Рефлекс как термин со все более суживающимся и специализирующимся значением чисто нервного акта, служившего ответом пентров на стимуляцию чувствующих нервов, выработывался постепенно у авторов XVIII—XIX столетий [2]. Мысль, брошенную Декартом, предстояло расшифровать на достаточно простых и доступных эксперименту примерах и вместе с тем превратить рефлекс из общего понятия в наглядно-удобное аналитическое средство для изучения нервной деятельности. К началу нашего столетия учение о рефлексах превратилось в одну из плодотворнейших и увлекательнейших глав классической физиологии. Русская наука успела дать здесь к этому времени знаменитые работы И. М. Сеченова [3].

В самом термине «рефлекс» сказалась попытка физиологов дать перевод исходной мысли Декарта на язык физики, уподобив движение импульсов в мозгу отражению света от рефлектора. Пленяла в

¹ Физиологич. журн. СССР, 24, 379, 1938.

особенности полновязность и однозначность процесса отражения света при заданных условиях; а оптическое уподобление было тем уместнее, что зависимость отражения лучей от условий падения их связана ведь с именем того же Декарта. Нам понятна логика возникновения физиологического понятия «рефлекс» и «отраженное действие». Но сейчас же поднимается вопрос, что же надо понимать под отражением в применении собственно к нервным актам; где отражение и что отражается при рефлексе, например, кашля или чихания, или слюноотделения?

II

Отражение часто понимается, собственно, как отбрасывание. В таком случае, чтобы наше уподобление физической зависимости было плодотворно, нужно дать отчет для физиологического аппарата, что, сколько и как в нем отбрасывается. В физической модели отбрасывается то, что и приходит; отбрасывается столько, сколько приходит (или пропорционально этому); отбрасывается так, как и приходит (или в простой зависимости от того, как приходит). Как обстоит дело при физиологическом отражении? Попытки ответить на возбуждавшиеся здесь вопросы навели науку на плодотворные искания и на новые факты. Но рано или поздно должно было обратить внимание и на то, что постановка проблемы здесь весьма односторонняя и скрывает в себе предрасудочную характеристику рефлекторного прибора как механизма отбрасывания и устранения воздействия внешней среды на организм.

Как будто рефлекс всегда и принципиально занят лишь обеспечением организму максимума равновесия и покоя, возвращением его к усредненному бездеятельному состоянию! Некоторые прямолинейные физиологи и приходили к такому обобщению, будто задача рефлекса прежде всего в ликвидации того раздражения, которое его вызвало [4]. При этом рефлекс, повидимому, превращался бы — более или менее неизбежно — в фактор регресса, способствуя развитию по преимуществу покоящихся паразитических форм с редуцирующимися органами чувств. Прибор, предназначенный для того, чтобы по возможности экономно и быстро прекращать начавшуюся рецепцию, не способствовал бы развитию и упражнению последней, а вследствие этого повел бы к оскудению самого рефлекторного действия [5].

В других случаях пробуют понять физиологическое отражение в особенности как отображение. Если отбрасывание имело в виду преимущественно двигательное выражение физиологического отражения, то отображение обращает внимание в особенности на рецепцию и притом на рецепцию, направленную на адекватное воспроизведение данной среды ради достаточного соответствия текущей деятельности текущим внешним условиям [6]. Здесь также нетрудно впасть в односторонность, если представлять себе аппарат отображения своего рода пассивным зеркалом, *tabula rasa*, которая воспроизводит среду тем точнее, чем менее изменяет ее своим вмешательством. Бесспорно, что ученый натуралист стремится изучить свой предмет прежде всего в его неприкосновенной независимости, боясь более всего внести в него «артефакты» от себя, пока не привык держать под строгим отчетом свои собственные действия. И, однако, устранить принципиально свою активность ради точнейшего отображения реальности — это значило бы и для натуралиста, и для философа впасть в химеру, тем более далекую от правды, что ведь всякое знание и узнавание стоят и натуралисту, и философу прежде всего труда и преодоления своего неумения и внешних препятствий. Научиться часами сохранять неподвижную позу для того, чтобы

рассматривать предмет «вполне объективно» как будто бы тебя самого тут и нет, это, прежде всего, достижение в области двигательного аппарата и его иннервационной дисциплины. Заслугою, в особенности американской психологической школы, было утверждение вопреки традиционному интеллектуализму некоторых ученых Европы, что нельзя достаточно изобильно и правильно отражать и отображать среду, если не действовать в ней. Нужно нарочито действовать, чтобы хорошо отображать [7]. Это убеждение и послужило побудителем к тому, чтобы заинтересовать психологов физиологией поведения [8]. Со сравнительно-физиологической точки зрения, связь между впечатлительностью к внешним событиям и адекватною деятельностью существа посреди этих событий взаимна.

Степень отображения текущих событий по впечатлительности животного выражается в деятельности его посреди данных событий, но также и зависит от образа действия данного животного в отношении событий среды. Поведение предопределяет способ восприятия среды так же, как степень рецепции среды определяет поведение. Эта взаимная зависимость перестает быть загадочным кругом, как только она развернется для нас во времени, в последовательный ряд звеньев в виде определяющих друг друга конкретных событий внутри организма и в его окружении. Объем восприятия и степень осведомленности в окружающей среде у норвежской селедки, у крысы и у ливийского льва различаются приблизительно так же, как и их поведение, а сторонний наблюдатель-физиолог со своей стороны может теоретически озадачиваться, как это в одну и ту же среду, известную до сих пор ему — человеку, при относительно высокой гомологии мускулатуры млекопитающих, рефлекторное поведение животных оказывается еще более специфическим и дифференцированным по видам, подвидам и разновидностям, чем их морфология. На одну и ту же физическую среду тигр реагирует по-тигриному и лев — по-львиному. Это говорит в особенности о том, что среда, физически одинаковая, физиологически различна для обитающих в ней различных животных видов, и различна прежде всего по образу рецепции в ней. Рецептируемая среда изменяется не только по глубине в пространстве и времени, не только количественно, но и качественно, в зависимости от образа поведения животного.

III

У нас есть веские основания полагать, что низшие позвоночные (значительная часть рыб) не способны к рецепции неподвижного предмета как такового. Пребывая со своей стороны все время в состоянии неугомонного движения, такое животное постоянно участвует непосредственно в движении окружающей среды, рецептирует ее на ходу как течение множества одновременных и последовательных процессов, начиная струением воды и изменениями концентраций вещества в ней. Зрение играет роль лишь корректирующего рецептора на ходу влечения, созданного другими стимулами, в особенности обонянием. Оно рецептирует лишь движущийся по отношению к глазу источник света. В этом отношении у низших оно аналогично тому, что наблюдается у более высоких форм позвоночных после удаления коры головного мозга: декортицированный голодный сокол бросается на комок бумаги, как только последний начнет двигаться, но остается часами индифферентным к неподвижному куску мяса. Поистине можно сказать, что рыбка в нашем ручье распознает окружающую среду, поскольку неугомонно

вмешивается в нее своим собственным телом и воздействует на нее.

Для того чтобы из окружающей среды для животного открылся и выделился «неподвижный предмет» как источник некоторых стационарных форм стимуляции и носитель стационарных свойств, от самого животного требуется уже многое. Оно прежде всего должно выработать со своей стороны способность быстро переходить от движения к активно обеспечиваемому покою и оцепеневать в этом состоянии активного покоя неопределенно долго, пока требуется бдительная исследующая рецепция «предмета» на расстоянии ранее всякого дальнейшего соприкосновения с ним. Зрение превращается в рассматривание, слух — в акустическое исследование среды. На кошке мы уже можем видеть, как мгновенно способна она оборвать текущее движение, например, вылизывание шерсти, чтобы внезапно застыть в позе бдительного внимания к дальнему звуку, не успев даже убрать языка и оставив его неподвижно высунутым в последней его тонической позе, в которой застал его загадочный акустический раздражитель. Нужен уже высокий нервный аппарат, чтобы так внезапно перескакивать от состояния движения к такому «отсутствию себя в своей среде», бдительного ее наблюдения. Здесь перед нами уже высоко развитая работа торможения и притом на весьма высоко лабильном нервном субстрате, где и наступление возбуждения, и его обрыв могут возникать срочно. Выделение «предмета», его открытие в калейдоскопе изменяющейся среды не могли образоваться, пока не сложилась достаточно высоко развитая позно-тоническая рефлекторная иннервация, опирающаяся на проприоцепцию и лабиринты, а в распоряжение животного не пришла возможность держать голову «в нормальном положении» и стоять перед средой неподвижно. И точно так же условие выделения себя как «субъекта» наблюдения из наблюдаемой среды невозможно для животного, пока оно всецело возится в среде как ее механический элемент и непосредственный участник.

Новые формы рецепции среды отправляются от нового образа двигательного поведения в среде, когда неугомонное движение по ближайшим поводам среды сменяется длительными планомерными торможениями множества двигательных позывов ради обеспечения позы более дальнозоркого наблюдения за предстоящим предметом, открывающимся впереди. Опять-таки образ поведения определяет образ рецепции по крайней мере на столько же, на сколько рецепция определяет двигательное поведение.

Что касается собственно человека, онтогенетический путь его рефлекторного развития в самых общих чертах таков: от диффузной связи со своей средой, когда он сам в ней неугомонно движется и непосредственно участвует, к условному выделению себя из нее ради ее изучения с тем, чтобы далее уже намеренно вернуться опять к участию в ней, дабы не только ее изучить, но и целесообразно намеренно изменять.

Все разнообразнее и обильнее сказывающаяся взаимная зависимость между объемом рецепции животного и его образом поведения не допускает более старого представления об организме как о пачке независимых друг от друга рефлекторных дуг. И рефлекторная работа организма отнюдь не сводится на повторительное устранение новых данных раздражителей среды ради возвращения к прежнему исходному состоянию. В своей рефлекторной работе организм сам деятельно идет навстречу среде, все далее и далее изменяя свое исходное состояние, обогащаясь уменьями и расширяя границы рецепции.

IV

То обстоятельство, что рефлекторное поведение животных разнообразится по видам, подвидам и индивидуальностями еще значительно более, чем их макроморфология, в частности, анатомия двигательных приборов, само по себе побуждает думать, что органы рецепции в среде должны, вероятно, дифференцироваться скорее и обильнее, чем собственно органы мышечного движения. В первый раз обратил на это внимание знаменитый британский физиолог Шеррингтон, указав на исключительную физиологическую значительность незадолго перед тем установленного гистологического факта, что еще в спинном мозгу животных афферентные нейроны количественно преобладают над эфферентными [9]. Это преобладание сенсорных элементов оказалось выраженным тем более, чем более высокий центральный этаж взят под наблюдение. Отсюда «принцип конвергенции», модель «нейральной воронки», которые были указаны Шеррингтоном в качестве руководящей схемы для того, чтобы физиологически разобраться в центральном аппарате [9]. Шеррингтоновские принципы отмечают собою, как успело отпечатлеться уже морфологически преобладание рецептивных приборов над исполнительными (двигательными). Но впервые И. П. Павлов со своими учениками осветил тот механизм и принцип, которыми это преобладание формируется на ходу работы организма. Это механизм «условного рефлекса» и принцип «временной связи». Если воронка Шеррингтона имела в виду постоянные рефлекторные дуги, закрепившие функциональную и морфологическую связи между собою наследственно и филогенетически, то И. П. Павлов улавливал самое закладывание и новообразование связи в этой воронке, привлечение все новых рецептивных сфер к конвергенции относительно эфферентных (исполнительных) приборов. Это подвижное вовлечение новых и новых рецептивных поводов и соответствующих путей для стимуляции того или иного исполнительного прибора возможно у высших лишь в присутствии коры полушарий. Связь исполнительного органа с новыми рецептивными поводами может закладываться, так сказать, случайно, вследствие того, что работа данного исполнительного органа имела случай более или менее совпадать во времени с данной дальнейшей рецепцией. Кора бдительно примечает такие совпадения, закладывает по их поводу новые связи, сначала временные, а затем могущие закрепиться в качестве опыта и фонда, который будет использован животным для дальнейшей жизни. Перед нами «ассоциация» старых британских психологов в своем новообразовании и дальнейшем физиологическом действии, ставшая доступной точному эксперименту в условиях физиологической лаборатории. Вместе с тем перед нами и новая рефлекторная дуга в процессе своего закладывания и дальнейшего закрепления. И здесь же очень наглядное выражение того, как по поводу шаблонного действия в среде могут приобретать новое значение детали текущей рецепции, как могут складываться при этом новые рефлекторные дуги и как аппараты рецепции приобретают при этом все новые и новые возможности применения для углубляющегося анализа окружающей среды [10].

Здесь перед нами путь к пониманию того, как образ и объем применения двигательного аппарата могут характеризовать собою впоследствии образ и объем рецепции данного животного в его среде. Чем шире воронка, тем больше потенции действия, тем, впрочем, больше и труда торможения для того, чтобы обеспечить при обилии возможностей гармоническое единство действия в каждый отдельный мо-

мент, но и тем больше данных для обеспечения избыточного восприятия и адекватного действия в текущей среде. Если старинное учение об отраженном действии обращало внимание в особенности на то, что реактивное поведение животного отражает собою характер восприятия им среды, то теперь мы все более отдаем отчет еще и в том, что характер и степень восприятия среды отражают на себе поведение своего носителя в среде.

Предмет внешнего мира служит для нас раздражителем, в особенности пока мы не освоились с ним. Осваиваясь с внешними раздражителями, мы узнаем нашу среду, перестраиваясь при этом и сами, обогащаясь новыми умениями. Труд усвоения нового предмета есть абсолютное приобретение человека: это до известной степени преодоление себя и выход к новому уровню рецепции и деятельности.

То, как сложилась рецепция среды для другого, нередко может служить для нас неожиданностью и раздражением не менее сильным, чем новый, до сих пор не известный нам, предмет нашей среды. Осваиваясь с художественным образом, оставленным великим художником, мы перестраиваемся и растем, как и при непосредственном ознакомлении с новыми предметами. При этом переживается тот же процесс, что при непосредственном ознакомлении с вещами: сначала в подлинном смысле слова раздражение, может быть, неприятное и даже мучительное впечатление от неожиданного и нового способа отражения вещей; затем постепенное освоение с предметом, включение его в ткань нашего опыта, а одновременно культивирование нашей рецепции, установка ее на новый уровень в дальнейшем. Гёте оставил нам классическую памятку о перестановке рецепции, пережитой им под влиянием итальянского искусства: «Мое внимание приковал к себе Микель Анжело тем, что мне было чуждо и неприятно то, как воспринималась им природа, потому что я не мог смотреть на нее такими огромными глазами, какими смотрел на нее он. Мне оставалось пока одно: запечатлеть в себе его образы. . . От Микель Анжело мы перешли в ложу Рафаэля, и нужно ли говорить о том, что этого не следовало теперь делать! Глазами, настроенными и расширенными под влиянием предыдущих громадных форм и великолепной законченности всех частей, уже нельзя было рассматривать остроумную игру арабесок. . . Пусть я был все тот же самый, я все-таки чувствовал себя измененным до мозга костей. . . Я считаю для себя днем второго рождения, подлинного перерождения тот момент, когда я оказался в Риме. И, однако, все это было для меня скорее дело труда и заботы, чем наслаждения. Перерабатывание меня изнутри шло своим чередом. Я мог, конечно, предполагать и до этого, что здесь будет для меня чему учиться. Но я не мог думать, что мне придется возвратиться так далеко на положение школьника и что так много придется опять учиться и перестраиваться вновь. . .» [11].

V

В наше время нередко можно слышать, что понятие рефлекса сыграло свою роль, и ожидать от него новых значительных плодов в новой науке не следует. Нам представляется, что для таких прогнозов достаточных оснований нет. И. П. Павлов дал великолепный пример того, как еще очень надолго может служить нам и как много нового способна дать науке концепция рефлекса, соответствующим образом приспособленная и углубленная для новых задач. Мы можем сказать, что И. П. Павлов впервые показал на экспериментальных примерах, как надо понимать и применять к делу модель рефлекса для того, чтобы

она могла в самом деле сослужить ту службу, ради которой она и была задумана с самого начала, в XVII столетии, т. е. осветить физиологическую природу страстей и принудительно инстинктивных актов поведения. Уже в XVIII веке понятие рефлекса было так сужено и упрощено, что его оставалось применять лишь к местным нервным механизмам узкого значения, где оно и несло свою очередную службу. Широкие принципиальные задачи были отодвинуты надолго. Концепция условного рефлекса ставит их опять в порядок дня. Сравнительно с Декартом у нас теперь наиболее существенная разница в том, что сведение страстей и инстинктивных актов на механизмы рефлексов совсем не значит для нас, будто они представляют собою безапелляционную инстанцию, с которою уже нельзя разумно бороться. Именно в последние годы своей трудовой жизни И. П. Павлов допустил на очередь задачу генетического изучения того, как может измениться сам основной рефлекторный фонд, от которого отправляются условные рефлексы и который вместе с тем они могут изменять.

Условный рефлекс И. П. Павлова есть, без сомнения, лишь начало той новой экспериментальной дороги, которая намечена великим физиологом. Это частный и особый пример среди аппаратов, которыми совершается в человеке отражение и отраженная действительность в том многообразном и общем значении, которое очерчено в теории отражения В. И. Ленина. «Рефлекс», «условное отражение», «теория отражения» — это отнюдь не простое совпадение омонимов. Замечательная теория отражения В. И. Ленина ставит новые и новые задачи для физиологического учения о рефлексах; предстоят еще новые перестройки в самом понятии «рефлекс», дабы расширить его аналитическое применение. Не приходится сомневаться, что у рефлекторной теории впереди еще очень большое и плодотворное будущее, на пути к которому работа И. П. Павлова оставила чрезвычайный и неизгладимый след.

ЛИТЕРАТУРА

1. Descartes R., Les passions de L'ame, Paris, 1649; Amsterdam, 1630, p. 21. 53.
2. Swammerdam J., Biblia natural, Amsterdam, 1737 — S; R. Whytt, An essay on the Vital and other involuntary motions, Edinburgh, 1751; Spalanzani, Sopra la riproduzione, Modena, 1768; Prochaska, Opera omnia, Vindobona, 1800; Ch. a, I, Bell, Anatomy and phisiol, of the human body, London, 1829.
3. И. М. Сеченов. Физиология нервной системы, 1866; Рефлексы головного мозга, 1866; Физиология нервных центров, 1891.
4. Landois L., Lehrbuch d. Pphysiol, 12 Aufl; Bd. 11, 671. Berlin—Wien, 1909.
5. А. Ухтомский, Русский физиол. журн., III, 20, 1921.
6. Hall Marshall, on the reflex—funation, Philosophical Transactions, London, 1833, p. 635.
7. Tames W., Principles of psychology, v, Land II, 1890.
8. Thorndike. Animal Intelligence, New-York, 1911.
9. Sherrington Ch., The integrative action of the N. S., London, 1911. p. 115—149. 233
10. И. П. Павлов. Двадцатилетний опыт, Госиздат, Москва—Ленинград, 1923, изд. 5-е, Ленгиз, 1932.
11. Göthe. Italienische Reise, по изданию Meyers Volksbücher, Lpz., 2, 3 и 20 Dez., 1786. S. 129—133.

СИСТЕМА РЕФЛЕКСОВ В ВОСХОДЯЩЕМ РЯДУ¹

1) Великое учение И. П. Павлова об «условных рефлексах» излагается нередко так, что условные, кортикальные по преимуществу, рефлексы качественно противопоставляются всем прочим рефлексам центральной области, и потому их надлежит изучать вполне самостоятельно и отдельно от общего учения о нервных центрах.

2) Это представление о радикальной особенности кортикальных рефлексов иногда может казаться привлекательным, обеспечивая своего рода *splendid isolation* для соответствующих специалистов.

3) Я не собираюсь возражать против очевидных качественных отличий условных рефлексов от рефлексов других центральных уровней, но мне хочется подчеркнуть, что новые качества являются и здесь следствием количественного изменения факторов и признаков, которые, впрочем, даны и в других центральных этажах. Дело идет не о разрыве в принципах центральной работы, а о новых условиях их применения соответственно новым функциям.

4) Классические «рефлекторные механизмы» спинальных уровней и их дифференцировка в зависимости от адекватных стимулов хорошо известны. Условия смены, соперничества и соподчинения (координации) рефлексов даны там на основе «принципа общего пути».

5) Методически принцип этот приводит к вопросу: что привносится в рефлекторную деятельность общего пути включением в работу новых и новых центральных уровней в восходящем порядке? Общий путь есть общий исполнительный аппарат для прогрессивно возрастающего ряда разнообразных рефлексов по мере включения в работу новых восходящих уровней.

Обеспечение новых рефлекторных применений для данного ранее исполнительного аппарата путем количественного преобразования условий его работы в зависимости от возрастания вновь включающихся в работу рецепторов — вот в самой общей форме тот процесс, который требуется обозреть для оценки рефлексов в восходящем ряду.

6) Когда рефлекторная работа протекает изолированно в центральных уровнях пояса нижних конечностей, перед нами остается в действии аппарат чисто местных *Eigenreflex*'ов, миотатических рефлексов сгибания, разгибания, чесания нижней конечностью. Если в работу включаются аппараты и уровни переднего пояса, предыдущий аппарат нижней конечности превращается дополнительно в механизм лазания, локомоции, защитных рефлексов для новых кожных поверхностей.

¹ Тезисы совещания по физиологическим проблемам, посвященного И. П. Павлову. 1942 год, Ленинград.

А когда в работу включается еще продолговатый мозг и уровень чепца, для прежнего общего исполнительного пути спинальной системы открывается новая возможность: он может служить теперь осуществлению тонических рефлексов, обеспечивающих позы тела.

7) Прежние рефлекторные применения общего исполнительного пути, при всех этих влияниях из центров восходящего ряда, не исключаются, но трансформируются и частью тормозятся, частью перекрываются новыми рабочими применениями, а сам общий исполнительный путь приобретает новые и новые адекватные поводы и рецептивные аппараты, а также качественно новое значение в составе новых рефлекторных актов. Все новые и новые адекватные поводы, совершенно не существующие для спинномозговых этажей в их отдельности, получают теперь доступ и стимулирующее значение для прежнего общего исполнительного пути с его механизмами.

8) Особенно выразительно значение новых адекватных поводов со вступлением в дело более высоких центральных уровней сказывается на следующем примере. После того, как на уровнях среднего и продолговатого мозга мы убеждаемся со всевозможной отчетливостью, что необходимый и достаточный адекватный рецептивный фактор для внезапной установки головы и тела в симметрическую позу в поле силы тяжести заложен в лабиринтах и проприоцепторах действующей мускулатуры, вопреки всем ожиданиям открывается, что обогащение новым центральным уровнем чепца, ядер покрышки и мозжечка придает мозговому стволу новую способность осуществлять ту же внезапную установку головы и туловища в симметрическую позу в физическом пространстве и тогда, когда текущие стимулы с лабиринта этой позы прямо противодействуют или же вовсе отсутствуют. В этом случае *прежний рефлекторный результат предыдущего центрального уровня осуществляется настоятельно и мощно более высоким уровнем уже помимо и даже вопреки прежним адекватным стимулам с лабиринтов, опираясь на рефлекторные дуги среднего мозга и мозжечка, стимулируемые с существенно новых адекватных рецепторов*, на этот раз с экстероцепторов кожных покровов туловища и конечностей.

9) Пока симметрическая установка головы и тела в физическом пространстве достигается по показаниям с вестибулярных рецепторов, рефлекс определяется мощным детерминантом в порядке местной реакции уровня: лабиринты — medulla — красное ядро. Когда та же установка в физическом пространстве достигается независимо от лабиринтов с более высокого этажа, мы имеем, судя по результатам, еще более мощный детерминант через посредство дорсальных ядер покрышки и межоточного мозга под руководством экстероцепции туловища и конечностей. При этом — *гораздо большая вариативность эффекта в зависимости его от текущих импульсов с кожи, зато чрезвычайный выигрыш в возможности воспроизвести реакцию и независимо от местного лабиринтного рефлекса.*

10) Когда в нижележащих центральных этажах успели выработаться определенные рефлексы и рефлекторные дуги с точно приуроченными к ним адекватными рецепторами, следующий *более высокий центральный этаж отправляется в своей рефлекторной работе от этих предыдущих выработок, как от данных заранее, используя их в составе своих более высоких рефлексов уже по новым адекватным поводам, часто независимо или даже вопреки стимулам с прежних рецепторов низших этажей.* Если эти последние стимулы с прежних рецепторов были до сих пор обязательными, т. е. «безусловными» для рефлексов

низших этажей, то с включением в состав рефлексов более высоких этажей и содержанием нового содержания прежний аппарат и эффект приобретает существенное новое значение, содержание и функциональное качество, становясь независимым от прежних адекватных, т. е. обязательных и «безусловных» поводов, вследствие того именно, что изысканы и вступают в действие стимулы более высоких этажей.

11) Общее место во взаимодействии рефлекторных этажей восходящего ряда заключается в том, что *рефлексы и рефлекторные аппараты низших этажей используются ради и в интересах осуществления рефлекторных актов более высокого этажа. При этом высшие этажи могут воспроизводить ниже сложившиеся рефлекторные действия и тогда, когда отсутствуют специфические и до сих пор адекватно-обязательные рецепторы и стимулы для вызова тех же актов с нижележащих этажей.*

Однажды успевшие сложиться центры нижележащих этажей приводятся затем в действие уже спрямленными путями без необходимости специальных местных адекватных рецепций или даже вопреки им. В последнем случае выступает нормальным образом процесс межцентральных торможений в видах обеспечения взаимодействия между центральными этажами.

12) В результате такой организации рефлекторных дуг в восходящем ряду, прежний исполнительный *общий путь обогащается все новыми и новыми разнообразными поводами для своей работы, прежние и до сих пор адекватно-обязательные для него источники возбуждения перестают быть для него безусловными в прежней степени.* возникает большая свобода достижения новых, биологически важных реакций, меньшая связанность стимулами с какого-нибудь одного и того же рецептора, *большая вариантность рефлекторного результата применительно к многообразию текущих условий среды.*

Приходит рефлекс более высокого уровня не иначе, как используя предыдущие рефлекторные выработки, но уже независимо от прежних и до этого столь же обязательных аргументов рефлекторного вызывания тех же реакций с низших этажей.

Приходит условный рефлекс не иначе, как используя прежние рефлекторные выработки, *освобождая их от безусловной зависимости от наличия прежних адекватных рецепций ради выработки из них новых механизмов применительно к новым поводам и задачам текущей среды.*

13) Поскольку кортикальный рефлекс заключается в выработке новых и вновь складывающихся, более или менее адекватных поводов для новых применений к текущей практике прежних общих путей и прежних центральных достижений, — кортикальный рефлекс еще не имеет для себя вполне сложившегося адекватного и безусловного повода и является рефлексом условным, т. е. рефлексом, временно и условно определяющимся текущими стимулами и ведущими установками нервных центров.

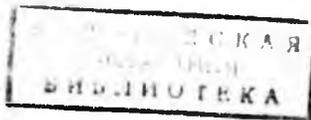
14) Очевидные качественные отличия кортикальных (условных) рефлексов от рефлексов нижележащих центральных уровней не являются однако принципиальными; и *конкретный кортикальный рефлекс предопределяется текущими факторами его стимуляции и протекания столь же тесно и безусловно, — или даже еще более безусловно, — чем классические рефлексы с искусственно изолированного низшего уровня.* Отличие, существенное и определяющее собой качественные особенности рефлексов низших центральных уровней и рефлексов кортикальных, заключается в *количественной разнице интервалов* между моментом

рецепции возникающего стимула и моментом окончательного разрешающего ответа на этот стимул. В то время как в низших центральных уровнях интервал между стимулом и разрешающим ответом так мал, что издавна напрашивается «сближение физиологического стимула с «импульсом» классической механики, для кортикального и условного рефлекса характерно наличие более или менее значительного интервала между начальной рецепцией стимула и разрешающим рефлекторным актом. Это отвечает тому обстоятельству, что аппарат коры надстраивается над приборами рецепции на расстоянии в пространстве и времени.

15) Если в восходящем ряду система рефлексов располагается в изложенном порядке с качественными особенностями рефлексов по этажам в зависимости от количественных условий протекания реакций, то в нисходящем ряду учение И. П. Павлова об условных рефлексах заставляет пересмотреть заново само *классическое понятие простого местного рефлекса и простой рефлекторной дуги, усматривая и в них в процессе их онто- и филогенетического образования элементы рефлекса условного*, поскольку и пока рефлекторный акт находится в процессе текущей выработки, а соответствующий рецептор еще не завершил в себе адекватной дифференцировки. В этом смысле *простой рефлекс классической физиологии оказывается не исходным и принципиально общим типом рефлекторной активности центров, над которой специализируется особая область рефлексов условных, но наоборот — частным, специальным и поздним продуктом редукции и упрощения рефлекса условного, который становится отныне более общим типом деятельности центрального нервного аппарата.*

О Г Л А В Л Е Н И Е

Об изменениях раздражительности мышц под влиянием утомления	5
К определению рефлекса.	7
Телефон как раздражитель	9
Николай Евгеньевич Введенский и его научное дело. (Некролог).	11
Торможение вслед за возбуждением (совместно с И. А. Ветюковым).	20
Работы физиологической лаборатории Физиологического научно-исследовательского института Ленинградского гос. университета в 1932—1933 гг.	26
К пятидесятилетию советской физиологии (1917—1932).	30
Физиологический институт Ленинградского университета в истории своего возникновения.	120
XV Международный конгресс физиологов.	153
Великий физиолог.	162
Н. Е. Введенский (по поводу 15-летия со дня кончины).	168
Университетская школа физиологов в Ленинграде за 20 лет советской жизни	172
Об условно-отраженном действии	221
Система рефлексов в восходящем ряду.	228



УХТОМСКИЙ Алексей Алексеевич

Собрание сочинений. Том V.

Редактор **Г. Г. Мельникова**

Техн. редактор **С. Д. Водолагина**. Корректоры **А. А. Милитаури** и **Р. Я. Цыпкина**

Подписано к печати 29-IX-1954 г. М-45148. Тираж 3000 экз. Печ. л. 14^{1/2}.
 Формат бум. 70 × 108^{1/16}. Уч.-изд. л. 19,72. Пер. к ф. 60 × 92 19,87. Заказ 403.

Типография ЛОЛГУ. Ленинград, Университетская наб., 7/9.

15 р. 30 к.