

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,  
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,  
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,  
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),  
И. А. Федосеев (зам. председателя),  
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),  
А. А. Чеканов, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич,  
А. Л. Янин (председатель), М. Г. Ярошевский.*

**С. А. Чеснокова**

**Рудольф  
ГЕЙДЕНГАЙН**

**1834—1897**



---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**

**МОСКВА**

**1978**

Выдающийся немецкий физиолог Р. Гейденгайн (1834—1897) оставил заметный след в истории физиологии. Его работы касались вопросов терморегуляции, физиологии пищеварения, выделения, лимфообразования. Он описал ряд закономерностей в деятельности периферической и центральной нервной системы, исследовал механизмы гипноза. Руководимый им Институт физиологии в Бреслау привлекал молодых ученых из разных стран. В их числе были И. П. Павлов, Н. Е. Введенский и многие другие.

Ответственный редактор  
доктор биологических наук профессор  
Н. М. АРТЕМОВ



В истории развития физиологии XIX век сыграл выдающуюся роль. Это был период накопления фактов, создания теорий и концепций по частным и общим вопросам науки, коренной перестройки научной методологии, расцвета выдающихся научных физиологических школ. Наконец в основном на протяжении XIX в. произошло формальное отделение физиологии от анатомии и других смежных дисциплин.

В силу исторически сложившихся благоприятных условий для научной деятельности вообще и для работ в области физиологии в частности в Германии на протяжении XIX столетия появилась целая плеяда талантливых физиологов, заслуживших мировое признание. Хронологически можно выделить несколько поколений таких физиологов. К старейшему относится знаменитый биолог, анатом и физиолог Иоганнес Мюллер. Параллельно с ним трудились известные ученые Я. Е. Пуркинье, Э. Г. Вебер и др. Их творчество развернулось в 30 — 40-х годах.

Ко второму поколению принадлежат реформаторы науки, выдающиеся физиологи К. Людвиг, Г. Гельмгольц, Э. Дюбуа Реймон, Э. Брюкке, творчество которых имело единые идейные основы и на многие годы определило методологию физиологических исследований их современников. Одновременно в Германии работали такие крупные ученые, как Э. Пфлюгер, А. Фик. Расцвет их творчества пришелся на 60 — 70-е годы.

К следующему поколению можно отнести Р. Гейденгайна, Л. Гольца, Э. Геринга, чьи работы заполняли научные журналы Германии 70 — 90-х годов.

В отечественной литературе по истории физиологии творчество немецких физиологов рассматривалось недостаточно глубоко.

Пробел в наших знаниях в этой области тем более ощутим, что отечественная физиология XIX в. развивалась в тесном контакте с физиологией в Германии,

Настоящая книга посвящена представителю третьего поколения физиологов Германии — Рудольфу Гейденгайну, а также его контактам с русскими учеными.

Его перу принадлежит более 70 работ, касающихся вопросов физиологии пищеварения, лимфообращения, нервной системы и т. д. Он являлся автором многих открытий в физиологии и творцом новых методик, а также имел свою оригинальную научную методологию, противопоставив свой, биологический подход к изучению физиологических функций широко распространенному в те годы физико-химическому подходу.

Деятельность Гейденгайна представляет интерес для советского читателя еще и потому, что, подобно Карлу Людвигу (главе обширнейшей научной школы физиологов, насчитывающей только из России 50 учеников), Гейденгайн широко предоставлял свои лаборатории в распоряжение молодых специалистов, среди которых было немало русских. Изученные материалы показали, что в руководимом Гейденгайном Институте физиологии в городе Бреслау выполняли экспериментальные исследования не менее 17—18 русских ученых.

Специальные материалы на русском языке о Гейденгайне отсутствуют, за исключением статьи И. П. Павлова «Памяти Гейденгайна», в которой дана глубокая оценка деятельности ученого. В немецкой литературе о Гейденгайне написано также весьма мало. Для создания этой книги пришлось изучить разрозненные и нередко косвенные источники, воспоминания современников, биографические словари, энциклопедии и т. д. Все эти фрагменты позволили в какой-то мере воссоздать облик Гейденгайна-ученого, составить представление о его творчестве и деятельности как учителя и воспитателя молодого поколения физиологов. О том, насколько удался замысел книги, предоставляется судить читателю.

В сборе материала большую помощь автору оказали профессора М. Линдемманн (Берлин), Р. Гутт (Варшава) и Л. Цетт (Халле). Полезные советы получены от профессоров Р. Хашке (Йена), Е. Харрика (Берлин), С. Шванна (Лейпциг). Важные указания по ходу работы давал заведующий кафедрой нормальной физиологии Университета дружбы народов профессор А. В. Коробков. И, наконец, особенно ценную помощь оказал профессор Н. М. Артемов (Горький), снабдивший автора оттисками всех главных работ Гейденгайна.

## Предпосылки развития физиологии к середине XIX в.

---

### Университеты Германии

До 1871 г. Германия представляла собой отдельные королевства и княжества. В силу раздробленности страны экономика ее не могла развиваться достаточно успешно и во многом уступала экономике таких государств Европы, как Франция и Англия. Однако, несмотря на отсталость, середина XIX столетия в Германии ознаменовалась особенно интенсивным развитием естественных наук. И тон в этом задавали университеты, имевшие богатые традиции и большую историю. Так, например, университет в Гейдельберге был основан еще в 1386 г., в Кельне — в 1388 г., в Лейпциге — в 1409 г., в Росток — в 1419 г., в Йене — в 1558 г., в Геттингене — в 1737 г., в Эрлангене — в 1743 г.

В университетах были прекрасные библиотеки, а также хорошо приспособленные для научных исследований и проведения научных экспериментов лаборатории. Здесь трудились талантливые ученые, не стесняемые опекой или контролем со стороны администрации и правительства. Герман Гельмгольц в своей статье «Об академической свободе немецких университетов» [1], анализируя прогресс в развитии науки в Германии середины XIX в., подчеркивал особое значение этой свободы для научного творчества ученых. Он говорил, что профессора в немецких университетах обладают «свободой учить» (подразумевалась возможность излагать любые теории и концепции, поскольку лекции не подвергались никакой цензуре). Студенты же обладали «свободой учиться»: по своему усмотрению они могли посещать лекции того или иного профессора, выбирать экзаменатора и, наконец, ездить из одного университета в другой, чтобы слушать лекции, ко-

которые представлялись им наиболее интересными и выдающимися\*.

Возможность обучаться в различных университетах, знакомиться со многими учеными сохранялась в Германии и в дальнейшем, что очень импонировало студентам и привлекало в немецкие университеты многих иностранцев.

Поскольку университеты с большим притоком студентов оказывались в наиболее выгодном финансовом положении (обучение было платным), администрация университетов заботилась о подборе высококвалифицированных кадров — на преподавательскую работу приглашались пользовавшиеся авторитетом среди студентов профессора. Интересно отметить, что между отдельными немецкими княжествами имело место даже своеобразное соревнование, в котором каждое из княжеств пыталось сделать свой университет наиболее выдающимся и преуспевающим. Дело в том, что местные правители, как правило, являлись выпускниками университетов и, став у власти, считали своим долгом заботиться о процветании «альма матер». Таким образом, в Германии по сравнению с другими странами наука развивалась более успешно. Известный историограф Джон Бернал писал: «Начиная с 30-х годов университеты различных городов Германии соперничали между собой в создании научных кафедр и лабораторий. К середине XIX века и позднее во все возрастающей степени Германия начала готовить опытных ученых, а также учебники и аппаратуру для удовлетворения потребностей, далеко выходящих за пределы ее границ...» [2, с. 308].

Наибольший успех выпал на долю физиологии. Способные молодые ученые, стоявшие во главе кафедр, стремились повысить уровень преподавания, привлекая все больше студенческой молодежи; они развернули широкий фронт экспериментальных работ, создавали лаборатории. Возникли прославленные научные школы (Иоганнеса Мюллера, позже Карла Людвига), и Германия на несколько десятилетий стала подлинной кузницей научных кадров.

\* Разумеется, некоторые ограничения в университетах Германии все же существовали. Так, Кенигсбергский университет, считавшийся протестантским, строго отбирал профессоров по религиозному принципу.

Почему же именно физиология оказалась в центре внимания медицинских и биологических дисциплин? Представляется, что ответ на этот вопрос может быть найден в оценке этапа развития естественных наук и философии.

Характерными чертами исторической обстановки середины XIX в. в Европе являлось преодоление феодальной системы общественных отношений, укрепление позиций общества новой формации — буржуазного, чему способствовала прокатившаяся по Европе волна буржуазных революций.

В естественных науках наметился коренной перелом, формировался новый подход к явлениям, перестраивался сам способ мышления ученых. Немалую роль в этой перестройке сыграли три великих открытия XIX в.: клеточного строения организмов (М. Шлейден и Т. Шванн), закона сохранения энергии (Р. Мейер, Г. Гельмгольц) и эволюционное учение (Ч. Дарвин). Эти открытия послужили толчком к интенсивному развитию биологии, физики, химии.

Успехи естественных наук, в свою очередь, оказали большое влияние на развитие науки о функциях организма — физиологии. Разумеется, она бы не могла развиваться без той почвы, которую подготовила ей анатомия — наука о структуре органов и тканей.

Начало XIX в. было периодом расцвета микроскопической анатомии. Микроскоп в те годы служил основным прибором, с помощью которого проводили свои исследования анатомы, биологи и физиологи. Так, например, едва ли не все открытия Иоганнеса Мюллера связаны с микроскопом. Микроскопическая техника предоставляла исследователям очень широкие возможности. В Йене в 40-х годах вместе с известным биологом Матиасом Шлейденом трудился оптик Карл Цейс. Он изготавливал замечательные стекла для луп и микроскопов. Вскоре ему удалось организовать небольшое производство, превратившееся затем во всемирно известную фирму, и поныне снабжающую оптикой многие страны мира. Наряду с оптикой дальнейшее развитие получили различные методики изготовления гистологических препаратов. Наука о микроструктуре органов и тканей приносила все новые и новые факты, составлявшие необходимую базу для формирования понятий о функциях органов и тканей.

Большую роль в развитии физиологии во второй половине XIX в. сыграли и новые тенденции в философии, порожденные новой исторической ситуацией. На смену немецкой классической философии в Германии «с боями» шла материалистическая философия. Работы Л. Фейербаха, первые труды К. Маркса и Ф. Энгельса («Святое семейство», 1845; «Нищета философии», 1847, и др.) явились знаменем новой эры. Среди естествоиспытателей Германии немецкая классическая философия утрачивала популярность. Виталистическое объяснение жизненных процессов перестало удовлетворять многих ученых-экспериментаторов, и материалистические тенденции в толковании функций организма нередко становились ведущими.

В этот период поворот от идеализма к материализму нашел в Германии свое крайнее выражение в работах «вульгарных материалистов» К. Фогта, Л. Бюхнера, Я. Молешотта.

В наиболее резкой форме вульгаризация материализма выступала в научных трудах Я. Молешотта. Видя тупик для естествоиспытателя в идеалистических представлениях о сущности мышления и создания человека, бесперспективность витализма и агностицизма, Молешотт впал в другую крайность. Будучи физиологом с химическим уклоном, он решил, что химия — основа основ всех явлений и с ее позиций можно объяснить даже такие сложные процессы, как психологические акты. Так, он утверждал, что имеется прямая зависимость характера психологических процессов от химического состава принимаемой человеком пищи. Мясная пища, по его мнению, способствует формированию агрессивности, растительная — покорности, кофе развивает воображение, чай тренирует ум и т. д.

Попытка максимального упрощения понимания сложных процессов, связанных с психикой, принадлежала также К. Фогту (материализация мысли) и в меньшей степени — Л. Бюхнеру [3—5]. Теоретические представления Я. Молешотта, К. Фогта, Л. Бюхнера были подвергнуты справедливой критике классиками марксизма-ленинизма. Однако в середине XIX в. эти представления привлекали большое внимание естествоиспытателей. Упрощенный подход к оценке функций мозга в противовес туманным высказываниям философов-идеалистов создавал иллюзор-

ное представление о простых путях изучения сложных мозговых процессов.

В прямой связи с новыми материалистическими тенденциями в философии зарождалась и новая научная методология, характерная для многих немецких физиологов середины XIX в.: речь идет о физико-химическом направлении в физиологии. Пропагандистами этого направления и одновременно борцами с остатками витализма в науке явились немецкие физиологи К. Людвиг, Э. Дюбуа Реймон, Г. Гельмгольц, Э. Брюкке. Нельзя не отметить, что эти ученые в ряде случаев абсолютизировали физические и химические механизмы деятельности живого организма. Так, например, Дюбуа Реймон говорил, что со временем физиология «растворится в физике и химии». Однако подобное упрощенчество (кстати, не находящее подтверждения в работах самого автора) не стало доминирующим.

Становление же физико-химического направления в физиологии явилось мощным стимулом для развития этой науки. Оно открывало широкие перспективы для экспериментальных исследований, облакало их в четкие, конкретные формы, приносило ощутимые результаты.

В представлении врачей физиология превратилась в действенную науку, способную обогатить медицинскую практику новыми фактами, раскрыть закономерности деятельности систем организма. Вот почему физиология стала в те годы и модной наукой.

Характерно, что через увлечение физиологией прошли многие врачи-исследователи. История науки знает немало тому примеров: физиологией хотел сначала заниматься великий русский хирург Н. И. Пирогов, с физиологии начинали свою деятельность терапевты А. А. Остроумов, Я. Я. Стольников, акушеры Д. О. Отт, А. Е. Лебедев и др.

### **Физиологи — предшественники Р. Гейденгайна**

Чтобы понять и оценить творчество того или иного ученого, необходимо четко представлять себе особенности этапа в развитии науки, фундамент которого создавался его предшественниками. Попытаемся кратко охарактеризовать основные достижения физиологов с начала XIX столетия до того момента, когда Гейденгайн приступил к самостоятельной научной работе.

В начале века лидерами в физиологии являлись Англия и Франция. В Англии своими исследованиями прославился Чарлз Белл (1774—1842), изучавший структуру и функции нервной системы. Одним из больших его достижений стало описание дифференцированного проведения возбуждения по передним и задним корешкам спинного мозга. Причем Белл показал, что задние корешки проводят возбуждение в спинной мозг, а передние — из него на периферию. Это открытие ученый описал в 1811 г.

Экспериментировал на центральной нервной системе также физиолог и невропатолог Маршалл Холл (1790—1857). Ему принадлежали теоретические труды, касавшиеся предполагаемых механизмов рефлекторных актов.

Во Франции своими исследованиями по физиологии прославился Франсуа Мажанди (1783—1855). Он организовал и хорошо оборудовал лабораторию, где проводил самые разнообразные острые опыты, изучая кровообращение, центральную нервную систему, свойства скелетных мышц.

Независимо от Белла в 1822 г. Мажанди также описал разницу в проведении возбуждения через передние и задние корешки спинного мозга. Он описал состав спинномозговой жидкости и связь ее через отверстие, названное фораменом Мажанди, с жидкостью, заполняющей желудочки мозга.

Характерной чертой научного творчества Мажанди явился его отказ от теоретизирования, стремление получать лишь конкретные физиологические факты. Анализируя эту позицию Мажанди, Клод Бернар писал: «Во Франции среди физиологов и врачей Мажанди был одним из таких чисто эмпирических экспериментаторов. Он не желал примешивать ни малейшего следа умозрения ни к наблюдению, ни к экспериментированию. Он производил свои опыты, чтобы видеть без предвзятых мыслей. Рассуждения, по его мнению, могут нас только обманывать или вводить в заблуждение, и он полагал, что факты сами по себе объясняют только через их сопоставление. Мажанди имел привычку выражать свое настроение следующим образом: «Когда я экспериментирую, я имею только глаза и уши и совсем не имею мозга» [6, с. 407].

Создание отвлеченных теорий Мажанди считал пустой



тратой времени. Его выступления и статьи сыграли большую роль в борьбе с устоями натурфилософии, пропагандировавшей созерцательный метод изучения организма.

Внимание французских физиологов особенно привлекала нервная система. Жульен Легаллуа (1770—1840), работавший врачом в госпитале, был одновременно и опытным экспериментатором. Методом перерезок ствола мозга на разных уровнях и наблюдением за изменениями в различных функциях он доказал, что продолговатый мозг управляет дыханием, температурой тела и кровообращением.

Физиологическими исследованиями занимался и другой известный врач и физиолог Мари-Жан-Пьер Флюранс (1794—1867) — профессор сравнительной анатомии Парижского университета. Он исследовал роль мозжечка в регуляции движений, пользуясь методом экстирпации (удаления) мозжечка у разных животных. Флюранс экстирпировал также участки коры больших полушарий, изучая локализацию функций. Он ставил опыты в основном на голубях. Вывод его заключался в отрицании специфичности локализации разных функций, в признании эквипотенциальности (равноценном значении всех отделов) коры.

Выдающимся ученым в Германии первой половины XIX столетия был Георг Прохазка (1749—1820) — анатом, гистолог и физиолог. Увлечшись идеей рефлексорной деятельности, он изучал рефлекс на лягушках. Ему, как предполагают некоторые исследователи, принадлежит внедрение самого термина «рефлекс» в физиологию. Трактую механизм рефлекса — «отраженного действия», Прохазка приписывал спинному мозгу бессознательную чувствительность. Внутривентрикулярно же в головном мозге располагалось, по мнению Прохазки, «общее чувствительное».

Ответная реакция зарождается в этом же центре, и «нервная сила» распространяется оттуда в мышцы. «Общее чувствительное» Прохазка локализовал в продолговатом мозгу, в ножках мозга и мозжечка. Не зная многих анатомических компонентов рефлексорной дуги, Прохазка описал сущность ряда рефлексов (кашель, чихание).

В начале XIX в. в Соединенных Штатах Америки по существу не было физиологических лабораторий, однако в историю физиологии все же вошли исследования одного

из американских ученых. Это был врач Уильям Бомон. Он описал свои наблюдения над раненым в живот Алексисом Сен Мартином. У Сен Мартина образовался незаживающий свищ желудка, позволявший исследователю собирать для анализа его содержимое. В 1822 г. Бомон опубликовал свои исследования в виде небольшой книжечки, явившейся ценной работой по физиологии пищеварения.

В России, где развитие физиологии в целом началось значительно позже, чем в странах Европы, в первой трети XIX в. наиболее примечательными были работы А. М. Филомафитского, профессора физиологии Московского университета. Он ставил острые опыты, изучая главным образом кровообращение. Ему принадлежал «Трактат о переливании крови» и ряд других работ.

К 20—30-м годам стали появляться весьма значительные физиологические исследования и в самой Германии, хотя, как уже говорилось, большинство ученых здесь находились под влиянием натурфилософии, что основательно тормозило развитие экспериментальной физиологии.

В начале XIX столетия в университетах немецких городов преподавали анатомию и физиологию такие профессора, как Иоганн Аутенрит (Тюбинген), Карл Рудольфи (Берлин), Карл Бурдах (первоначально Дерпт, затем Кенигсберг). Самым известным ученым в Германии первой половины XIX в. был Иоганнес Мюллер (1801—1858), по образованию врач. Имя Мюллера часто упоминается и в наши дни в работах по сравнительной анатомии, гистологии, физиологии.

В физиологии Мюллер обрел известность благодаря изучению органов чувств. Он вывел закон «специфической энергии органов чувств», гласивший, что ощущения, получаемые человеком с помощью собственных органов чувств, являются отражением свойств самих чувствительных нервов. Следовательно, с помощью чувств нельзя составить представление о внешнем мире, о свойствах и характеристиках окружающих нас предметов. Закон специфической энергии укреплял позиции субъективного идеализма. Для сравнения можно привести высказывание наиболее яркого представителя этого философского направления Фихте: «Ты полагаешь, что вещи действительны, что они существуют вне тебя, только потому, что ты их видишь, слышишь, осязаешь. Но зрение, осязание,

слух суть лишь ощущения... Ты ощущаешь не предметы, а только свои ощущения» \*.

Как известно, Мюллер, заложивший основы «физиологического» идеализма, критиковался в работах Л. Фейербаха, в трудах классиков марксизма-ленинизма. В физиологии главной заслугой И. Мюллера, кроме исследования органов чувств, явилось изучение желез внутренней секреции, рефлекторной дуги (в частности, роли передних и задних корешков) и, наконец, создание учебника по физиологии [7], обобщившего все данные, полученные предшественниками Мюллера. Учебник был переведен на иностранные языки и нашел применение, по словам Э. Дюбуа Реймона, «от Стокгольма до Турина, от Казани до Бостона».

В плане развития научной методологии заслуга ученого заключалась, как уже говорилось, в том, что он своим научным творчеством способствовал преодолению натурфилософии в естественных науках. Преодолеть витализм в своих философских взглядах И. Мюллер оказался не в состоянии. Признавая существование материи, химической и физической сущности механизмов многих реакций организма, Мюллер всегда обращался к «жизненной силе», когда сталкивался с отличием живой природы от неживой.

Имя Мюллера было широко известно. Общепризнанной считается школа Мюллера. В его берлинские лаборатории и созданный им анатомический институт приезжали ученые из разных городов Германии, а также молодые специалисты из-за рубежа.

Учениками Мюллера являлись и будущие «звезды» физиологии в Германии: Герман Гельмгольц, Эмиль Дюбуа Реймон, Эрнст Брюкке. У Мюллера специализировались Рудольф Вирхов — знаменитый патолог; Эрнст Геккель — известный биолог, Теодор Шванн — один из основоположников клеточной теории и др. Лекции Мюллера слушали и некоторые русские ученые: физиологи А. М. Филомафитский, И. Т. Глебов, И. М. Сеченов, анатом и гистолог Н. М. Якубович, биологи Л. С. Ценковский, А. А. Кейзерлинг.

В первой половине XIX столетия школа Мюллера определяла весь «климат» физиологической науки [8, 9].

---

\* Цит. по: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 144—145.

Однако нельзя не отдать должное и другим деятелям науки — современникам Мюллера, занимавшимся физиологией в более узком смысле слова. В Лейпциге трудились видные ученые, оставившие след в физиологии, братья Вебер: Эрнст Генрих (1795—1875), Вильгельм Эдуард (1804—1891) и Эдуард Фридрих Вильгельм (1806—1871).

Эрнст Генрих получил кафедру физиологии в Лейпцигском университете в 20-летнем возрасте. Искусный экспериментатор, Вебер не склонился перед натурфилософией, а упорно развивал экспериментальную физиологию. С помощью младшего брата-математика он обрабатывал получаемые данные математически. Так, братья сформулировали закон ощущения прироста раздражения, придав ему математическую форму. Закон этот имеет применение и в наши дни (правда, с определенными ограничениями).

Наибольшую известность братья Вебер получили благодаря открытию тормозящего влияния блуждающего нерва на сердце. Эдуард Вебер был анатомом. Его работы высоко оценивались физиологами того времени. В них исследовались эластические и сократительные свойства мышц. Вместе с Вильгельмом Эдуард описал механику акта ходьбы. К. Ротшу расценивал деятельность братьев Вебер как необходимую предпосылку последующего физико-химического направления в физиологии.

В первую половину XIX столетия развертывалась также деятельность известного физиолога и анатома А. Фолькмманна [10], имевшая прямое отношение к судьбе Гейденгайна. Остановимся на этом вопросе несколько подробнее.

Альфред Вильгельм Фолькмманн (1801—1877) родился в небольшом городке под Лейпцигом. Окончил начальное учебное заведение в Мейсене и затем изучал медицину в Лейпцигском университете. Здесь он слушал лекции по физиологии, читаемые Э. Вебером. В 1826 г. Фолькмманн стал врачом, однако, будучи увлечен анатомией и физиологией, он, не приступая к практической деятельности, отправился в Париж и Лондон, чтобы совершенствоваться по физиологии. После защиты диссертации в 1834 г. Фолькмманн стал экстраординарным профессором в Лейпциге, а затем получил кафедру в Дерпте. (Заслуживает внимания, что Дерптский университет многие годы яв-

лялся местом постоянных контактов немецких и русских ученых.) Здесь он проработал недолго и вновь вернулся в Германию.

В 1844 г. Фолькманн создал кафедру физиологии в Университете города Галле. У себя дома он организовал физиологическую лабораторию и проводил там эксперименты. Затем ему удалось переместить лабораторию на кафедру.

Научное имя физиолога Фолькманна в свое время было весьма популярно. Работая над вопросами физиологии кровообращения, он написал книгу «Гемодинамика в опытах». Фолькманн очень точно определил ударный объем крови (выброс крови левым желудочком за одно сокращение). Еще до братьев Вебер он убедился в тормозящем действии на сердце блуждающего нерва. Исследуя лимфатические сердца лягушки, он описал их замедление или остановку их сокращений в результате раздражения спинного мозга.

Фолькманн изучал кровоснабжение костных тканей, описав каналы, по которым идут сосуды, исследовал структуру и функцию симпатической системы, занимался физиологией органов чувств и другими вопросами физиологии.

Кроме Фолькманна, в немецких университетах преподавали и другие физиологи, имена которых известны и поныне.

Работы физиологов того времени большей частью опирались на анатомические исследования. Физиология и анатомия преподавались в тесной связи. Наибольшую популярность приобрел анатом и физиолог первой половины XIX в. Иоганн Евангелиста Пуркинье (1787—1869). Поскольку Гейденгайну суждено было со временем наследовать кафедру Пуркинье, остановимся несколько подробнее на творчестве этого ученого.

Пуркинье — чех по национальности — изучал медицину в Пражском университете. Завершив медицинское образование, он в 1819 г. защитил диссертацию на тему: «Вклад в субъективную оценку зрения». Работа привлекла внимание ученых и была высоко оценена Александром Гумбольдтом.

После получения звания профессора Пуркинье покинул Прагу и занял кафедру физиологии в Бреслау. Здесь он организовал физиологическую лабораторию, продол-

жая в то же время интенсивно заниматься анатомией [11].

Многие ученые начала XIX в. черпали физиологические познания главным образом из микроскопических исследований. Все это наложило отпечаток на творчество Пуркинье, и его излюбленными методами стали в большей степени наблюдения и микроскопические исследования, чем физиологический эксперимент.

Пуркинье начал свою научную деятельность с изучения зрения. Он выявил, что периферическая часть сетчатки не обладает способностью воспринимать цвета. Ученый сумел разглядеть глазное дно с помощью зеркал задолго до изобретения офтальмоскопа и нарисовал сосуды и слепое пятно. Интересны опыты Пуркинье с отражением источника света последовательно разными преломляющими срезами глаза. Пуркинье описал зрачковую реакцию и пытался объяснить ее механизмы. В 20—30-х годах его внимание привлекли механизмы фонации, он занялся исследованием свойств гортани, голосовых связок.

Постоянно занимаясь гистологией, Пуркинье внес вклад в представления о структуре мозжечка (клетки Пуркинье), описал волокна проводящей системы сердца (волокна Пуркинье), изучил некоторые особенности строения слизистой оболочки пищеварительного тракта. В своих изысканиях, касающихся физиологии тканей, еще до опубликования работ Шванна и Шлейдена он убедился в наличии элементарных тканевых единиц. Исследуя строение передних и задних корешков спинного мозга, Пуркинье обнаружил в них волокна разного диаметра и связал толщину волокон с их функцией.

В 1851 г. Пуркинье создал общую концепцию о физиологической науке, считая, что она складывается из двух частей: общей и специальной. Общая физиология представляет собой науку о жизни и ее специфических проявлениях. Специальная физиология включает в себя физиологическую морфологию, физическую физику, химию, а также физиологическую психологию; кроме того, имеется еще один раздел специальной физиологии — динамика, изучающая метаболизм, электричество и т. д.

Пуркинье пользовался большим авторитетом, его считали выдающимся анатомом и физиологом. Он прекрасно читал лекций и, что было особенно важно в те годы, по-

казывал во время занятий физиологические эксперименты.

В 1831 г. по ходатайству Пуркинье было принято решение о создании института физиологии при Бреславльском университете. Проект, однако, встретил немало возражений, в том числе и у канцлера правительства Ф. Найманна. Преодолевая все препятствия, Пуркинье добился открытия института в 1836 г. Первоначально, как писал К. Хюртль, это было одноэтажное здание с несколькими помещениями и весьма малочисленным штатом: одним ассистентом и одним служителем [12]. Позже институт расширился, появилось и оборудование, необходимое для физиологических опытов. По его образцу стали организовываться институты физиологии и в других городах Германии \*.

В 1850 г. Пуркинье был приглашен Пражским университетом, где успешно продолжал свою преподавательскую деятельность и занимался научными исследованиями.

Среди учеников Пуркинье были такие известные ученые, как Габриель Валентин (1830—1890), Иоганн Чермак (1828—1873), Карл Зибольд (1804—1885), Германн Станниус (1808—1885). Валентин впоследствии занимал кафедру анатомии в Берне. Наибольшим его достижением явился учебник физиологии, нашедший широкое распространение. Чермак был профессором физиологии в Йене, Праге, Лейпциге, занимался кровообращением, физиологией фонации и зрения. Германн Станниус обосновался в Ростокe, где создал первую в этом городе физиологическую лабораторию и работал над вопросами физиологии кровообращения и дыхания. И по сей день студенты медицинских вузов выполняют классический опыт Станниуса, заключающийся в последовательном наложении лигатур на сердце. С помощью лигатур оказалось возможным сделать вывод о характере и степени автоматии различных отделов проводящей системы сердца.

Итак, когда Пуркинье покинул организованный им институт, место его неожиданно для студентов и преподавателей занял молодой физиолог Рудольф Гейденгайн.

---

\* На территории Германии Институт физиологии был к тому времени лишь во Фрейбурге, однако в научном отношении большого авторитета он не приобрел.

## Жизнь Р. Гейденгайна

---

Рудольф Петер Гейденгайн родился в семье провинциального врача Генриха Якоба Гейденгайна. Он был старшим ребенком в многодетной семье (четверо умерли в раннем возрасте). Родители очень любили детей и, как вспоминал Рудольф, жалели, что их мало \*.

Гейденгаины жили в городке Мариенвердере. Отец, как опытный врач, пользовался среди населения большим авторитетом. В своей медицинской деятельности он отличался широтой интересов, занимался и научной работой, в частности опубликовал монографию «Лихорадка, как таковая, и тифозная лихорадка». Мать Рудольфа, урожденная Мария Брандт, происходила из зажиточной семьи. Фамилия Брандт уходила корнями в среду высшего прусского чиновничества.

Генрих Гейденгайн проявлял большую заботу о будущем каждого ребенка. Особое внимание он уделял Рудольфу, который с детства отличался не только блестящими способностями, но и большой усидчивостью и любовью к занятиям.

Окончив в своем родном городе начальную школу, мальчик поступил в гимназию. Гимназическое образование было рассчитано на то, чтобы воспитать у учащихся глубокие знания в области гуманитарных наук. Будущий ученый с увлечением занимался древними языками — греческим и латынью, чтобы читать в оригинале Софокла

---

\* Пятеро сыновей Генриха Гейденгайна стали врачами. Макс Альбрехт занял место отца в Мариенвердере, Антон стал хирургом в провинциальном городе, Георг Эвальд работал эпидемиологом, Бернارد — санитарным врачом, Альфред — лечащим врачом в Берлине.



и Вергилия — классиков греческой и римской литературы. Но одновременно мальчик проявлял живой интерес к природе, ее законам. Ему нравились книги о растениях и животных. В гимназии его гербарии, а также умело собранные во время летних каникул коллекции насекомых были лучшими. В старших классах обнаружилась тяга Рудольфа к физике. Одноклассники с уважением относились к нему, постоянно прибегали к его помощи, если учебный материал по физике давался им трудно. Может быть, именно это обстоятельство развило у Гейденгайна любовь к преподаванию.

Впоследствии Гейденгайн всегда был окружен учениками и с особым терпением разъяснял им все непонятное, никогда не уставая повторять одно и то же и испытывая большое удовлетворение, когда его объяснения достигали своей цели.

Детские и юношеские годы Рудольфа омрачались лишь слабым здоровьем, что постоянно огорчало все семейство.

Когда выпускник гимназии Р. Гейденгайн стал задумываться над тем, какой путь избрать в дальнейшем, отец принял другое решение — отправить молодого человека в деревню для укрепления здоровья. Живя в крестьянской семье, Рудольф приобщался к труду, еще больше любил природу и приобрел некоторый практический жизненный опыт. Когда после трехмесячного пребывания в деревне Рудольф вернулся, отец счел его достаточно окрепшим, чтобы заняться дальнейшей учебой. Посоветовавшись, решили, что юноша отправится учиться в Кенигсбергский университет. Здесь он нашел приют в доме дальнего родственника семейства Гейденгайна — профессора Якобсона, по специальности юриста.

Начав в университете обучение с биологических дисциплин, Рудольф вскоре решил посвятить себя медицине, идя по стопам отца. Он перешел на медицинский факультет, где сразу заинтересовался физиологией и с редким постоянством остался на всю жизнь верным этой науке. Будучи студентом, Рудольф постоянно переписывался с отцом, получая от него подробные письма. Отец пытался выработать у сына любознательность и пытливость, необходимые в дальнейшем научному работнику.

Проучившись с 1850 по 1852 г. в Кенигсберге, Рудольф далее продолжал образование в Галле, где когда-то учился его отец. К этому переезду Гейденгайна отча-

сти побудило то обстоятельство, что в Кенигсбергском университете полностью отсутствовала лабораторная практика по физике и химии. Молодой человек уже тогда понимал необходимость постигать эти науки с помощью экспериментов. Интерес его к физиологии проявлялся постоянно, несмотря на то что экзамены по этому предмету были уже позади и Гейденгайн, как и все студенты, работал в клинике, изучая течение различных болезней.

Еще на старших курсах Гейденгайн интересовался не столько больными и болезнями, сколько закономерностями возникновения и развития того или иного заболевания, борьбой организма с болезнью. Его интересовали пределы устойчивости организма, механизмы, помогающие преодолению болезни.

Кафедра физиологии и анатомии, руководимая профессором Фолькманном, стала излюбленным местом занятий молодого ученого. Кафедра была в большей мере морфологической, чем физиологической.

Спустя год Гейденгайн покинул Галле и перебрался для окончания университетского образования в Берлин. Здесь в 1854 г. Гейденгайн защитил диссертацию об иннервации лимфатических сердец лягушек.

После окончания университета Гейденгайн приступил к работе в Институте сравнительной анатомии, в отделе физиологии, возглавляемом Эмилем Дюбуа Реймоном — учеником Иоганнеса Мюллера.

Молодому руководителю физиологической лаборатории было 36 лет. Научная деятельность Дюбуа Реймона была исключительно целенаправленной: всю жизнь он занимался изучением свойств возбудимых тканей — мышц, нервов. Его по праву можно считать основоположником этого раздела физиологии. И. М. Сеченов, которому также посчастливилось работать у Дюбуа Реймона, писал: «Прознося имя знаменитого профессора Дюбуа Реймона, нельзя не сказать, что он принадлежал к числу тех избранных, которые прокладывают путь в темные области не для одного, а для нескольких поколений» [13, с. 5].

К тому времени, когда Гейденгайн начал работать, Дюбуа Реймон по существу сосредоточил в своих руках всю власть в институте, хотя формально руководителем считался уже очень больной тогда Иоганнес Мюллер. В 1852 г. Дюбуа был избран в члены Прусской академии наук.

Гейденгайн был хорошо принят молодым академиком. Между учеником и учителем сразу установились доверительные отношения. Сам Гейденгайн так вспоминал об этом периоде своей жизни: «Лаборатория (Дюбуа Реймона.— С. Ч.) стала для меня источником физических знаний, которые я вряд ли мог бы где-то получить. Точность его исследований, доходящая до высшей степени, унаследованная мною, оказалась необычайно важной для моего образования».

Гейденгайн занимался в берлинской лаборатории исследованием мышечного тонуса, сопоставлением эффекта мышечных сокращений при нанесении раздражения разного характера: химических, механических, электрических.

Спустя полгода он вернулся на кафедру физиологии в Галле и был с радостью принят Фолькманном, питавшим симпатию к талантливому молодому ученому. Но не только профессор симпатизировал своему ассистенту, дочь профессора Фанни с давних пор также проявляла интерес к помощнику отца. В 1859 г. Гейденгайн женился на Фанни Фолькманн.

Незадолго до этого события на одной из лекций, которые Гейденгайн читал как доцент кафедры физиологии, он заметил в числе слушателей незнакомого человека. После лекции последний подошел к Гейденгайну и представился. Он оказался ответственным правительственным чиновником из Йены и приехал в Галле с целью пригласить Гейденгайна возглавить кафедру физиологии в Йенском университете.

Гейденгайн отправился в Берлин, чтобы посоветоваться со своим учителем Дюбуа Реймоном. Однако тот рекомендовал Рудольфу занять кафедру в городе Бреслау (ныне Вроцлав). Так Гейденгайн — 25-летний физиолог оказался в столице Силезии. Это было в начале 1859 г.

Университет в большом промышленном центре Бреслау существовал с 1811 г. Со дня основания в нем работали выдающиеся профессора, и только рекомендация такого видного физиолога, как Дюбуа Реймон, помогла Гейденгайну вступить в стены этого университета. Здесь, в Бреслау, Гейденгайн остался на всю жизнь.

После того как в 1850 г. Пуркинье покинул Бреслау, организованный им Институт физиологии возглавляли профессоры Зибольд и Рейхерт. Но Рейхерт получил назначение в Берлин и согласился занять место умершего

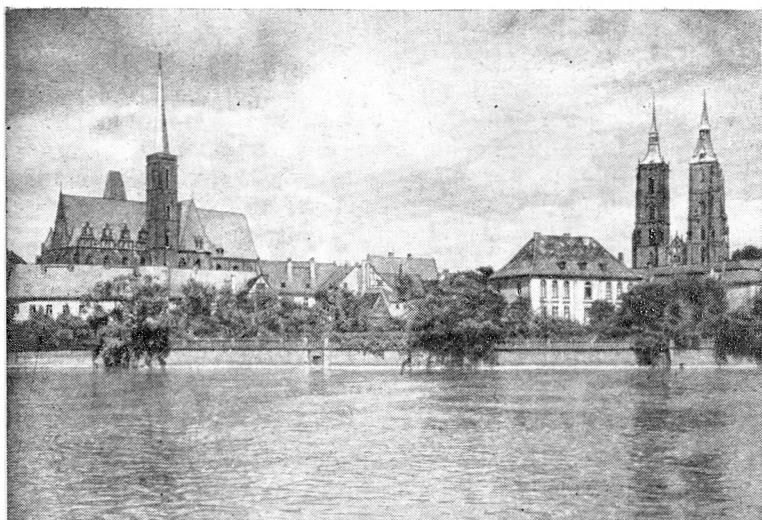
Иоганнеса Мюллера (ему надлежало читать курс анатомии и гистологии, в то время как на долю Дюбуа Реймона выпало читать физиологию).

Когда Гейденгайн приступил к лекциям, студенты встретили новичка отнюдь не дружелюбно. Понадобилось терпение и такт, чтобы рассеять сложившееся предубеждение. Сам факт, что это довольно быстро удалось сделать молодому ученому, говорит о его педагогических способностях. Не прошло и года, как Гейденгайн стал одним из самых уважаемых профессоров на факультете.

Вскоре семья Гейденгайна стала увеличиваться — появились дети. Однако семейное счастье оказалось недолгим: Фанни Гейденгайн умерла, ожидая появления ребенка. Ребенка также не удалось спасти. Эти печальные события произошли в 1867 г. Гейденгайн остался один с детьми. На помощь пришли родители. Будучи уже престарелыми, они взяли на себя воспитание внуков. Когда через некоторое время умер отец Гейденгайна, положение вновь осложнилось: надо было заботиться о судьбе братьев, которые были моложе Рудольфа и еще не нашли своего места в жизни.

Домашнее хозяйство Гейденгайна в Бреслау стала вести его родственница. В 1878 г. Гейденгайн женился на Матильде Колли, которая была тоже родом из Мариенвердера и, по-видимому, знакома с ним с детства.

Этот брак оказался удачным. Родились еще три дочери. Следует отметить, что из всех детей в дальнейшем наибольшей известности достиг один из сыновей Гейденгайна — Мартин (1864—1949). Мартин учился в Бреслау и Вюрцбурге. Медицину изучал во Фрейбурге, где затем был оставлен ассистентом Анатомического института. Здесь он увлекался гистологией, освоил сложные гистологические методики, сам предложил целый ряд новых методик окраски тканей, получивших затем широкое распространение. Молодому ученому удалось провести очень эффективные исследования цитологического плана. Это и побудило его написать большую книгу «Плазма и клетка», популярную и теперь. С 1899 г. Мартин Гейденгайн возглавлял кафедру анатомии в Тюбингене. Он является автором ряда книг, к числу которых относятся учебник анатомии, большая монография о структуре почек и др.



*Общий вид города Бреслау*

Но вернемся к деятельности Рудольфа Гейденгайна в Институте физиологии, который под его руководством стал быстро развиваться, превратившись в настоящий научный центр. Надо сказать, что унаследованные Гейденгайном лаборатории и в прежние времена были приспособлены к проведению самых разнообразных микроскопических исследований, так как большинство трудов Пуркинье посвящалось гистологии. Однако Гейденгайну пришлось основательно перестроить преподавание и постановку научных исследований на кафедре. Для этого у него уже накопился значительный опыт — работа у Дюбуа Реймона и Фолькманна.

Научная деятельность Гейденгайна в Университете в Бреслау включала в себя не одно, а несколько направлений. Ранние его труды носили следы влияний Дюбуа Реймона: он занимался исследованием свойств возбудимых тканей (60-е годы). Затем ученого заинтересовали вопросы физиологии кровообращения в тесной связи с тканевыми обменными процессами: соотношения между кровоснабжением тканей и интенсивностью протекающих в них окислительных реакций. Он провел цикл исследо-

ваний, в которых выявил ряд ошибочных представлений, составленных другими учеными, доказал истинное положение вещей.

Большой интерес проявил Гейденгайн к так называемому магнетизму (гипнозу) и связанным с ним явлениям. Он увлекся проверкой опытов и, научившись гипнотизировать, проводил сеансы с целью выявить механизмы гипноза, казавшегося в те времена таинственным, окутанным облаком мистики и предрассудков.

Наиболее прочно завладела ученым проблема секреции пищеварительных соков, которой Гейденгайн занимался на протяжении многих лет. Ему принадлежали выдающиеся по своему значению работы, всегда сочетавшие изучение функции со структурой. Следует сказать, что Гейденгайн являлся столь же высококвалифицированным гистологом, сколь и мастером физиологического эксперимента. Он значительно обогатил представления о механизмах секреции слюны, желудочного сока, желчи; исследовал механизмы всасывания и т. д.

Физиологические эксперименты, острые и хронические, сочетались с микроскопическими исследованиями слизистой оболочки различных отделов пищеварительной трубки. Эти исследования, в свою очередь, сопровождались изучением осмотического давления пищеварительных соков и крови с помощью приборов, определяющих точку замерзания растворов и являющихся необходимой принадлежностью химических лабораторий.

Павлов называл Гейденгайна «клеточным физиологом», «представителем той физиологии, которая должна сменить нашу современную органную физиологию и которую можно считать предвестницей последней ступени в науке о жизни — физиологии живой молекулы...» [14, с. 104]. Павлов считал, что труды Гейденгайна лягут в основу изучения микропроцессов физиологии будущего, которое в наши дни уже становится настоящим.

Изучение секреции и всасывания привело ученого к представлению об общности механизмов этих процессов, в каких бы органах и системах они ни происходили. Поэтому не было ничего нелогичного в переходе Гейденгайна от физиологии пищеварения к изучению механизмов образования мочи, поскольку и в почках Гейденгайн увидел процессы секреции и всасывания.

Изучение интимного механизма реабсорбции и секре-

ции, происходящих в почечных канальцах, дало основание Гейденгайну создать свою теорию образования мочи, в которой на первое место выдвигалось значение секреторных свойств почечных канальцев. И здесь Гейденгайн наряду с чисто физиологическими методами постановки сложных острых опытов использовал микроскоп, изучая на препаратах — срезах почечной ткани результаты введения в кровь различных красок.

С присущей Гейденгайну способностью к обобщениям, он отметил, что процессы, связанные с прохождением веществ через живые мембраны, проявляются еще и в формировании жидких сред организма, в частности в лимфообразовании. Гейденгайн — знаток физиологических свойств живых мембран — обратился к изучению лимфообразования. Эти работы относились к последним годам жизни ученого и были бы несомненно продолжены. Однако и то, что он успел сделать, явилось большим вкладом в теорию лимфообразования.

Гейденгайн выступал против представления о чисто физических и химических закономерностях, лежащих в основе механизмов формирования лимфы. Он находил в этом процессе явления биологического плана и относил их к секреторным свойствам клеточных элементов, окружающих русло лимфатических сосудов. Таков вкратце перечень научных тем, которыми с увлечением занимался Гейденгайн всю жизнь.

Педагогическая деятельность ученого была столь же плодотворной. Гейденгайн преподавал физиологию и гистологию. Лекции он всегда начинал в 7 часов утра (к немалому огорчению студентов), обязательно сопровождая их демонстрацией опытов. Причем от выполняющих эти демонстрации требовались большая точность и скрупулезность. Первоначально студентам казалось, что лекции Гейденгайна, читаемые в академической манере, строго и точно, изобилуют деталями. Однако вскоре студенты поняли, что, приводя многочисленные примеры и обращая внимание на все обстоятельства опытов, Гейденгайн приучал слушателей самостоятельно анализировать сложные процессы, находить их компоненты, устанавливать причинно-следственные отношения. Одним словом, методически лекции были построены так, что развивали так называемое медицинское мышление, необходимое и экспериментатору, и будущему врачу. В воспоминаниях учеников

Гейденгайна — К. Хюртля и В. Вальдейера — упоминается такая специфическая особенность Гейденгайна как лектора: он не пользовался ни конспектами, ни материалами учебника. Каждой лекции предшествовала напряженная работа над материалом по данной теме, излагаемым в отдельных статьях и новейших монографиях. Поэтому лекции ежегодно видоизменялись, и слушатели знали, что по всем вопросам получают самые новые факты, концепции и теории.

Кроме физиологии, Гейденгайн читал гистологию, которую всегда рассматривал как науку, прикладную к физиологии. Он же сам вел курс микроскопической техники. В этой области кафедра Гейденгайна славилась собственными методиками изготовления и окраски микропрепаратов, позволяющими наблюдать те или иные структуры тканей в зависимости от задачи, которую ставил перед собой экспериментатор.

После лекций ученый проводил время в лаборатории, сам ставил опыты, присутствовал на опытах сотрудников, позволял и студентам участвовать в экспериментах (систематического курса практических занятий по физиологии в те времена не было). Гейденгайн, как уже говорилось, был прирожденным педагогом, находившим особое удовлетворение в занятиях со своими коллегами. Один из его учеников, Пауль Грютцнер, вспоминал: «Невысокий, необычайно подвижный и жизнерадостный, с карими, помоему очень красивыми, глазами, чье спокойное, углубленное в себя выражение, а порой оживленное веселье не скрывали очки. Всякие небольшие неудачи приводили его тотчас в сильное волнение, которое, впрочем, быстро проходило. С этой легкой возбудимостью контрастировало необычайное терпение при постановке экспериментов. Если канюлю не удалось вставить в сосуд, то он делал это 3, 8, 10 раз, пока не добивался победы. Чего стоила разработка операции, когда из желудка выкраивался маленький желудочек, который своим отверстием вшивался в кожную рану. Это удивительное терпение и прилежание я бы назвал основными свойствами Гейденгайна».

Кроме того, Грютцнер отмечал особую наблюдательность Гейденгайна: «...она проявлялась как в большом, так и в малом. Да, впрочем, есть ли в экспериментальной работе «малое»? Малое в этих делах может превратиться в большое. Все это как нельзя более было знакомо Гей-



денгайну. Даже готовя лекционные демонстрации, он сам лично все проверял и предусматривал все мелочи... Он придавал огромное значение лекционным демонстрациям. Отчасти это было продолжением традиций Пуркинье, организовавшего в 1824 г. первый курс экспериментальной физиологии.

Одной из особенностей Гейденгайна была высокая требовательность в отношении научной точности. Прежде чем приступить к работе на избранную тему, он не довольствовался лишь сбором имевшихся по данному вопросу данных, но и проверял эти данные, повторял основные опыты своих предшественников по изучаемой проблеме. В ходе таких проверок он часто сталкивался с неточностями, а иногда и с искаженными фактами. Все это служило темой специальных статей» [12, с. 7].

Каждому исследователю присущ свой стиль работы. Особенно это касается ученых-экспериментаторов, стоящих перед необходимостью проводить опыт, брать из него то, что нужно, обрабатывать результаты, затем теоретически обобщать полученные данные.

И. П. Павлов, побывав у Гейденгайна и Людвига — крупнейших немецких исследователей, в некоторых отношениях антиподов, очень метко выделял характерные черты экспериментальной деятельности того и другого: «Знаменитый лейпцигский физиолог Людвиг до конца своей многоплодной деятельности остается, так сказать, с отчетливой физической тенденцией в физиологии, являясь продолжателем дела Фолькманна, Вебера и др.

Нужно припомнить некоторые из работ лейпцигской лаборатории, а еще лучше — поработать в ней, чтобы легко заметить указанное свойство деятельности Людвига.

Здесь опыты вообще ставятся скупо, мелкие подробности опытов не особенно берутся в расчет, но зато результату каждого опыта при помощи остроумных и более или менее точных инструментов придается цифровое выражение, а затем этот цифровой материал подвергается старательной кабинетной обработке.

С другой стороны, также известный бреславльский физиолог Гейденгайн держится совершенно другого приема: он проводит перед собой массу животных, внимательно всматриваясь в обстановку опытов, постоянно разнообразя форму опыта и не особенно озабочиваясь постоянным протоколированием данных с количественной стороны.

Задача считается окончательно решенной, когда наконец основной результат становится вполне резким и постоянным.

И что же? Многие результаты людвиговской лаборатории систематически переработаны бреславльской. Пишущему эти строки пришлось быть свидетелем высокоумительной сцены, когда 70-летний старик Людвиг сквозь слезы жаловался на это как бы преследование со стороны бреславльской лаборатории» [14, с. 103].

Гейденгайн был повседневно связан с лабораторией. Живя в здании института (в те времена в Германии это нередко практиковалось директорами или заведующими крупными кафедрами), Гейденгайн засиживался в лаборатории иногда до глубокой ночи. Все свое время он посвящал опытам и работе над статьями, много занимался с молодыми учеными, работавшими под его руководством. У И. П. Павлова мы находим яркую характеристику взаимоотношений Гейденгайна с его учениками: «Как учитель Гейденгайн был чарующей личностью, совершенно простой, внимательный, всем и постоянно крайне интересующийся и радующийся удачам учеников. А его экспансивность, подвижность объединяли всю лабораторию. Гейденгайн переживал всякую работу, делающуюся в его лаборатории, он заинтересовывал ею всех, так что все мы жили не только собственными интересами, но и успехами и неудачами всей лаборатории.

Сверх всего этого он имел еще одно бесценное свойство: он сохранил до старости свою наивную детскую душу, свою сердечную доброту настолько, что не мог отказать сколько-нибудь настойчивой просьбе. Эту редкую особенность я видел и в другом учителе — Людвиге. Как же они могли сохранить ее? Очень просто, господа! Всю жизнь они прожили в стенах лаборатории, среди книг, приборов и опытов, где одно достоинство, одна радость, одна привязанность и страсть — достижение истины» [14, с. 108].

Несмотря на большую занятость научной и педагогической работой, Гейденгайну приходилось решать и организационные проблемы, и административные вопросы. На протяжении 1871/72 учебного года он был ректором университета. Будучи членом Силезского культурного общества, Гейденгайн нередко читал публичные лекции, собиравшие всегда много народу. Его лекции по своей форме

1112 83.

# ТАКЪ НАЗЫВАЕМЫЙ ЖИВОТНЫЙ МАГНЕТИЗМЪ.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКІЯ НАБЛЮДЕНІЯ

д-ра РУДОЛЬФА ГЕЙДЕНГАЙНА,

орд. профессора физиологии и директора физиологическаго  
института въ Бреславлѣ.

---

Четвертое изданіе,

обработанное по новѣйшимъ наблюденіямъ Р. Гейденгайна и  
П. Гротциера.

Переводъ съ нѣмецкаго подъ редакціей

Д-ра Павлова.

---

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Н. Цыкова.

1881.

*Титульный листъ книги Р. Гейденгайна о животномъ магнетизмѣ*

были живыми и вполне доступными широкой аудитории. Гейденгайн выступал с разоблачением мистических представлений о гипнозе, популярно излагал закономерности деятельности организма, говорил о достижениях и перспективах развития медицины. Особенно сложную пропагандистскую работу пришлось вести ученому в связи с выступлениями так называемых антививисекционистов.

В середине XIX в. сначала в Англии и почти одновременно в других странах Европы, а также в Америке прокатилась волна движения членов различных благотворительных и религиозных обществ, называвших себя антививисекционистами. В основном это были люди, далекие от науки: представители бюргерства, духовенства. Антививисекционисты активно и ожесточенно выступали за прекращение опытов на животных, где бы они ни производились. Это общественное движение началось с выступлений в печати дрезденского барона, известного авантюриста Эрнста фон Вебера. Ссылаясь на запрет производить опыты на животных, утвержденный английской королевой Викторией, Вебер стал призывать к проведению той же кампании в Германии. Он перевел целый ряд пунктов английского закона по борьбе с вивисекцией (а всего этот закон содержал, как пишет Цольнер [15], 6551 пункт!) и стал вести активную борьбу на страницах газет и журналов «Лейпцигер тагеблат», «Берлинер вохеншрифт», «Франкфуртерцейтунг» и др.

У Вебера появились многочисленные сторонники. Они утверждали, что опыты бесполезны, противоречат догмам религии, ничего не дают ни медицине, ни биологии; факты же, получаемые в результате опытов, могут быть добыты путем наблюдений и теоретических рассуждений. Некоторые поборники антививисекции вытащили «из сундуков» натурфилософии обветшалое положение, утверждавшее, что науку можно развивать в чисто теоретическом плане, прибегая к сравнениям и теоретическим построениям на основе аналогий.

Сторонники антививисекционизма не ограничивались лекционной пропагандой. Они обращались к правительству с требованием издать закон о запрете экспериментов на животных, мобилизовали для борьбы массы религиозно настроенных, необразованных горожан. Пошли в ход даже листовки и воззвания, распространяемые среди населе-

ния. Так, например, в 1879 г. было выпущено «Воззвание всех немецких женщин и девушек, всех общественных положений и возрастов».

Ученым, продолжавшим эксперименты, угрожала порой даже физическая расправа. В те годы Гейденгайн не жалел ни сил, ни времени, чтобы убедить своих сограждан в необходимости проведения экспериментов на животных.

В своих статьях о вивисекции (1879, 1884) он указывал, что считает виновными самих физиологов в том, что между учеными и населением возникла пропасть, приведшая к отсутствию взаимопонимания. «Даже самые интеллигентные люди не имеют ни малейшего понятия о том, что делаем мы в наших лабораториях,— писал Гейденгайн.— Если в Англии дойдет дело до того, что опыты на животных запретят парламентским законом, это будет только за счет того, что физиологи не сумели доказать своей правоты. Впрочем, англичанам ли проливать слезы по поводу убитых животных, когда под их давлением вымирали огромные массы колониальных народов». Далее Гейденгайн указывал, что вся история физиологии была связана с вивисекцией. Любой, взявший в руки труды Галена, книгу Галлера, может в этом убедиться. Даже И. Мюллер, от которого берет начало вся сегодняшняя физиология Германии, приучивший своих учеников больше думать, чем экспериментировать, не останавливался перед экспериментом, когда это требовалось для разрешения какого-либо вопроса. Было бы легче всего, рассуждал далее Гейденгайн, писать лист за листом научные трактаты, основываясь на собственных размышлениях-думании. Но от «думания» слишком близко до «выдумывания». Путь этот ничего не даст физиологии и медицине. Другой путь, через который должны пройти ученые,— путь экспериментатора — тернист и труден, но только он эффективен.

«Только ли животные приносятся в жертву?» — спрашивал себя ученый и отвечал, что жертвы бывают и человеческие. Например, хлороформный наркоз, широко применяемый при операциях, в небольшом проценте случаев сам по себе приводит к смерти. Но еще ни один хирург от него не отказался, и еще никто не обвинил хирурга, если его больной умер до операции от одного только наркоза. Гейденгайн приводил многочисленные при-

меры того, как необходимы эксперименты на животных для диагностики заболеваний и выбора правильных средств лечения.

Борьба с антививисекционистами, проводимая Гейденгайном в форме просветительной работы среди населения, дала свои результаты. Гейденгайн и другие физиологи Германии добились успеха: вивисекционисты со своими требованиями отступили, и ученые стали продолжать работу.

Шли годы, слава Гейденгайна как ученого и учителя росла, множились труды. Всего Гейденгайном было опубликовано около 70 работ, и более 170 работ, выполненных под его руководством, опубликовали его ученики и сотрудники. Работы Гейденгайна никогда не издавались в виде собрания сочинений, хотя многие из них представляют интерес и в наши дни. Они привлекают не только своим содержанием, в котором мы видим новые теории и концепции, не говоря уже о многочисленных фактах, полученных в ходе экспериментов. Труды Гейденгайна поучительны с точки зрения методологии самого написания научной работы.

И вновь мы находим в речи И. П. Павлова, посвященной Гейденгайну, очень меткую характеристику самого способа изложения научных данных, применяемого ученым: «Научная работа Гейденгайна вставлена, так сказать, в рамку высокого литературного мастерства. Я по крайней мере не знаю другого такого физиолога, который бы так художественно описывал свои результаты. Его статьи — живой эпизод из лабораторной жизни талантливого ученого. Вместе с читателем, постоянно заботясь о нем, он составляет план работы и вырабатывает методику. Описав первые опыты, он непременно останавливается, обсуждает их и на основании этого приступает к дальнейшим опытам.

И такие остановки с критикой и обсуждением полученного делаются не один раз в течение статьи. Понятно, что при такой манере совершенно ясно проходят перед читателем все фазы работы. При этом автор не старается скрывать своих чувств, то радостных, то горьких. В конце работы всегда имеется красивое заключение, большею частью жалующееся на недостаточность полученного и утешающееся остающимися перспективами. Черта высокого ума: не только радоваться победе знания, но и

находить удовольствие в сознании, как еще многое осталось знать...» [14, с. 108].

С 1895 г. Гейденгайн стал чувствовать себя хуже. Пришлось отказаться от многих любимых занятий, резко уменьшить число часов, посвященных науке. В дальнейшем его стали беспокоить боли, связанные с обострением язвенной болезни. В 1897 г. ученого не стало. Смерть Гейденгайна была большой утратой для науки. Германия потеряла большого ученого, выдающегося экспериментатора и теоретика, получившего мировое признание.

Гейденгайн при жизни был удостоен многих почетных званий, являлся почетным членом нескольких научных обществ. Не только как ученый, но и как гражданин с прогрессивными, демократическими взглядами, просветитель, несший образование и культуру согражданам, остался Гейденгайн в памяти своих соотечественников и учеников. «Гейденгайн как ученый и учитель будет еще долго, долго вести нас. Его имя в науке бессмертно!» — писал П. Грютцнер.

## Работы по физиологии мышц, нервов, центральной нервной системы

---

### Физиология мышц и нервов

Одной из самых ранних работ Гейденгайна, выполненной в 50-х годах, была серия экспериментов по изучению тонуса гладкой мускулатуры. В предисловии к опубликованной по этому вопросу статье Гейденгайн (1856) ссылается на то, что тонус скелетных мышц зависит от связи с нервной системой (как доказательство он приводит опыты Ауэрбаха и Вундта), в то время как механизм тонуса гладких мышц и его величина не изучались достаточно, чтобы сделать какие-либо заключения о его характере.

Для опытов ученый избрал мочевой пузырь, обладающий мощным сфинктером, постоянно находящимся в тоническом состоянии. Перевязав один мочеточник и соединив мочевой пузырь с манометром, Гейденгайн наполнял его через второй мочеточник до тех пор, пока сопротивление сфинктера не преодолевалось и не начинала течь моча. Опыты проводились на собаках под наркозом, а также на умерших животных в первые часы после смерти. Кроме собак, использовались также кролики.

Гейденгайн показал, что для преодоления тонуса сфинктера давление в мочевом пузыре у самцов собак должно быть около 730 мм вод. ст., у самок — 680; у кроликов — соответственно 300 и 250 мм.

У мертвых животных сокращение мускулатуры сфинктеров сохраняется, хотя их сопротивление давлению в мочевом пузыре значительно понижается. У мертвых собак оно достигает у самцов 380 мм, у самок — 130; у мертвых кроликов — соответственно 130 и 50 мм вод. ст.

Гейденгайн сделал выводы о зависимости тонуса гладких мышц от центров спинного мозга, длительно сохраняющих свою активность. Эта зависимость особенно на-



глядно была показана в опытах, проведенных на трупе. В то же время опыты Гейденгайна показали, что раздражение центров спинного мозга влияло и на тонус гладких мышц. Таким образом, как указывал Гейденгайн, в спинном мозгу несомненно существуют центры тонической деятельности всех видов мышц.

Механизм тонических влияний спинного мозга на гладкие и скелетные мышцы Гейденгайн видел в проведении к ним возбуждения из спинного мозга. Он приводил пример паралича мышц конечности, который может быть вызван нарушением их связи со спинным мозгом. В этом случае скелетные мышцы теряют тонус. Иная картина наблюдалась при нарушении проведения импульсов от головного мозга к спинному или при нарушениях в самой центральной системе выше места выхода нервов, связывающих изучаемую мышцу со спинным мозгом. В этом случае, подчеркивал Гейденгайн, тонус мышц сохраняется и даже увеличивается. Учитывая это, Гейденгайн считал, что головной мозг не имеет прямого отношения к тонусу скелетных мышц.

В дальнейшем внимание ученого привлекли мышечные сокращения и их зависимость от силы направления раздражающего тона (1856). Раздражая нерв нервно-мышечного препарата, состоящего из седалищного нерва и икроножной мышцы, гальваническим током, Гейденгайн показал, что замыкательный эффект сильнее размыкательного. В его опытах сопоставлялись эффекты при действии на препарат восходящего и нисходящего токов (направление тока определялось расположением на нерве катода и анода). Ученый сделал вывод, что «если сила тока переходит определенные границы, то при восходящем токе сильнее замыкательный эффект, а при нисходящем — размыкательный». Гейденгайн пытался дать анализ механизмов отмеченных явлений. Однако по существу эти работы представляли собой раннюю попытку выявить законы сокращения, которые впоследствии были более детально изучены и описаны Э. Пфлюгером и вошли в физиологию под его именем.

Чтобы разрешить вопрос о том, чем отличаются мышечные сокращения при раздражениях нерва данной мышцы раздражителями разного характера, Гейденгайн сконструировал прибор, наносящий на нерв механические раздражения в заданном ритме. Свой прибор он назвал

механическим тетанометром. В опытах, проводимых с сопоставлением сокращений мышц, вызванных раздражениями разных типов (электрическим, механическим и др.), Гейденгайн показал, что сокращения по форме и длительности зависят лишь от силы и частоты раздражения, но не от его характера.

Гейденгайна интересовали процессы, происходящие в нерве при его деятельности. Он пытался выявить сдвиги в кислотно-щелочном состоянии нервной ткани при возбуждении. Было показано, что кислая среда не претерпевает изменений при возбуждении нерва.

Особый интерес вызывали опыты Гейденгайна, в которых измерялось теплообразование в сокращающейся мышце в зависимости от того, какой груз поднимает эта мышца при своем сокращении.

До Гейденгайна было широко распространено представление о том, что мышца сокращается тем сильнее, чем сильнее наносимое на нерв раздражение. При этом количество выделяемого тепла также нарастает пропорционально силе сокращения. Таким образом, в представлении ученых складывались относительно простые, прямо пропорциональные отношения между силой раздражения, сокращения и теплообразования. Гейденгайн ввел в эту схему еще одну величину, которую было необходимо исследовать. Имеется в виду величина того груза, который может поднимать мышца в процессе сокращения (для постановки такого опыта мышца помещается в миограф, где верхний ее конец фиксируется неподвижно, а нижний прикрепляется к рычажку, к которому и прикрепляется также груз той или иной величины). Опыты Гейденгайна показали, что количество выделяемого мышцей тепла зависит не от силы раздражения нерва, а от того, какую нагрузку поднимает мышца при своем сокращении. Представления о простой линейной зависимости оказались необоснованными. Гейденгайн установил, что степень энергетических затрат определяет нагрузка. Следовательно, мышца «сама определяет объем расхода собственной энергии, сама его регулирует». Это высказывание и применение Гейденгайном термина «саморегуляция» как бы предвосхитило широкое изучение саморегуляции органов, проводимое в наши дни.

## Изучение свойств денервированных мышц

Важный этап в научной деятельности Гейденгайна составили его небольшие по объему работы по изучению свойств денервированных тканей. Филиппо и Вульпиан в свое время проделали опыты с перерезкой двигательных нервов и раздражением чувствительных, относящихся к данному органу. Это дало неожиданный эффект: при перерезке подъязычного нерва (XI пара) раздражение язычной чувствительной ветви, т. е. чувствительного нерва, спустя немного дней вызвало движение и сокращение мышц языка. Объяснить данный эффект было трудно. Авторы предполагали, что в денервированной ткани чувствительный нерв превращается в двигательный.

Гейденгайна заинтересовали эти опыты. Вместе с Роговичем он также перерезал у собак моторный нерв языка (1885). Затем раздражал различные черепно-мозговые и вегетативные нервы, как, например, лицевой нерв или петлю Вьессена.

Раздражение нервов, которые не имеют никакого отношения к сокращению мышц языка, спустя несколько дней после перерезки начало вызывать медленные тонические сокращения языка. Этот факт, совершенно необъяснимый с точки зрения обычных анатомических отношений, Гейденгайн объяснил по-своему. «Он сделал вероятным, что это не есть превращение чувствительного нерва в двигательный, а только побочный результат — влияние усиленного кровообращения на перерождающийся после перерезки подъязычный нерв благодаря нахождению в язычном нерве сосудорасширяющих волокон», — писал Павлов [14, с. 98]. Следует напомнить, что повышенные чувствительности денервированных структур привлекали внимание У. Кеннона и А. Розенблюта, которым принадлежали экспериментальные исследования, посвященные этому вопросу [16].

Работы, проведенные совместно этими учеными, составили впоследствии целую книгу («Повышение чувствительности денервированных структур» [17]). В этой книге и, кроме того, в нескольких десятках статей описаны опыты, в которых проводилась денервация внутренних органов и вегетативных ганглиев (имеется в виду их отделение от центральной нервной системы). Кеннон и Розенблют проводили также «денервацию» нижележащих

отделов центральной нервной системы за счет перерезок нисходящих к ним путей из вышележащих отделов.

Во всех случаях были установлены факты повышения чувствительности денервированных структур к химическим веществам, циркулирующим в крови. Кроме того, чувствительность денервированных структур, как показали Кеннон и Розенблют, повышалась и по отношению к нервным импульсам, откуда бы они ни исходили.

Убедившись в самом факте повышения чувствительности тканей после их денервации, Кеннон объяснил и феномены, описанные Гейденгайном и Роговичем. При перерезке двигательного нерва языка чувствительность его мышц к химическим веществам значительно растет. Раздражение петли Вьессена способствует выделению медиатора — ацетилхолина (в этих нервах имеется примесь холинэргических волокон). Чувствительная к ацетилхолину мышца языка, приобретшая повышенную чувствительность после денервации, в результате его выделения сокращается. Сокращения эти медленные, тонического характера, типичные для действия на мышцу медиатора.

Следовательно, Гейденгайн был не так уже далек от истины, говоря, что причина сокращения простая — в увеличенном кровотоке, что связано с раздражением сосудорасширяющих нервов. Остается добавить лишь, что сосудорасширяющие нервы выделяли в данном случае ацетилхолин, который через кровь поступал к мышце и вызывал ее сокращение.

Теоретическое обоснование факта повышения чувствительности тканей после денервации дал Л. А. Орбели [18, 19]. Он считал, что денервированные ткани как бы претерпевают обратное развитие и приближаются по своим свойствам к эмбриональным, которым изначально присуща высокая чувствительность к химическим раздражениям. Таким образом, оказалось, что опыты Гейденгайна и Роговича составили фундамент так называемого закона денервации, имеющего большое значение в теоретической и клинической медицине.

### **Работы о возбуждении и торможении в коре больших полушарий**

Особого внимания заслуживают опыты, проведенные Гейденгайном и Н. А. Бубновым. Они изучали взаимодействие раздражений коры больших полушарий и чув-

ствительных нервов, которые приводили к рефлексорному сокращению мышц конечностей (1881).

В опытах Гейденгайна и Бубнова раздражение у собаки чувствительного нерва конечности вызывало контрактуру определенной группы мышц, что рассматривалось экспериментаторами как рефлексорное сокращение. Присоединяемое к этому раздражению раздражение соответствующей зоны коры больших полушарий усиливало сокращение.

Если после сильного раздражения коры применялось повторное раздражение той же точки даже более слабым током, сокращение мышцы внезапно прекращалось и наступало расслабление. Таким образом, было обнаружено новое явление — смена возбуждающего нисходящего влияния коры на спинальные центры конечностей тормозящим влиянием.

Явление это, описанное Гейденгайном и Бубновым, имело большое принципиальное значение: оказалось, что одна и та же точка коры мозга может влиять как стимулирующим, так и тормозящим образом на периферические центры. Кроме того, проводилась и другая серия опытов.

Сокращение мышц конечности вызывалось раздражением соответствующей зоны моторной области коры больших полушарий. Когда к такому раздражению присоединяли раздражение чувствительного нерва, в обычных условиях приводящее к сокращению мышц той же конечности, то получался неожиданный результат: присоединение раздражения нерва к предшествующему раздражению коры приводило к расслаблению мышц конечности. В те времена торможение и возбуждение считались антагонистическими процессами, генерируемыми каждый в своем отдельном центре.

Опыты Гейденгайна — Бубнова противоречили установленным понятиям. Правда, прецедент для того, чтобы поколебать представление об изолированности центров, оказывающих возбуждающее и тормозящее действия, имел место. Это были работы И. М. Сеченова, который, раздражая структуры головного мозга лягушки, получал подобные результаты смены возбуждающих и тормозящих влияний этих центров на спинальные рефлексy [20, 21]. Кроме того, подобные закономерности в 60-х годах выявил и ученик Людвиг — В. Томса.

Новые данные заставили ученых задуматься о сущности процессов возбуждения и торможения, поставить под сомнение положение об их антагонизме.

Пошатнулись также представления о локализации возбуждения и торможения в отдельных центрах: ведь в опытах Гейденгайна и Бубнова раздражалась одна и та же точка коры, а эффект менялся на диаметрально противоположный в зависимости, во-первых, от силы тока и, во-вторых, от исходного состояния конечности.

Показано было также, что при слабом раздражении из головного мозга исходит торможение, которое затрудняет передачу периферического возбуждения на центрифугальные пути. Опыты, сделанные с Бубновым, помогли Гейденгайну расшифровать некоторые явления, наблюдаемые в условиях гипноза, который в те годы вызывал у него большой интерес.

### Работы в области гипноза

Гипноз как прием, используемый для воздействия человека на человека, стар так же, как само человечество. Приемы гипноза, не подозревая о его сущности и механизмах, с древних времен использовали знахари и жрецы. В медицину гипноз вошел через так называемый магнетизм.

Еще в начале XVI в. Парацельс (1493 — 1541) использовал магнит для лечения больных. «Целебные» свойства магнита привлекали внимание врачей и в последующие годы. В частности, «лечение» магнитом удавалось австрийскому врачу Антону Месмеру (1734—1815). Именно Месмер, будучи пытливым наблюдателем, выявил, что те изменения в психическом состоянии людей, которые он сам первоначально приписывал действию магнита, могут быть вызваны целым рядом специальных приемов и без него. Так Месмер научился вызывать состояние гипноза у больных и в этом состоянии внушать им, что болезнь их проходит.

Несмотря на то что в практике Месмера лечебная сила магнита не нашла подтверждения, а была заменена силой гипноза, сам Месмер не смог, а возможно, и не стремился дать объяснение своим собственным приемам, с помощью которых он получал гипнотический и нередко лечебный

эффект. Напротив, он продолжал придавать своим сеансам мистическую и таинственную форму, что как нельзя более соответствовало духу времени.

К концу XVIII столетия Месмер стал популярнейшим врачом в Европе. Однако Парижская академия наук подвергла критике его метод, признав его ненаучным.

После смерти Месмера гипноз продолжали практиковать отдельные врачи, хотя он не получал «права гражданства» и многими расценивался как знахарство. Образованные люди начала XIX в. не придавали серьезного значения гипнозу, а врачи не пытались дать этому явлению научное толкование. Лишь к середине столетия гипноз стал все больше привлекать внимание ученых. К тому времени уже появились способные гипнотизеры, показывавшие свое искусство публике не на балаганных подмостках, а в аудиториях, где собирались представители научной общественности.

Гипноз становился предметом исследований [См.: 22, 23].

Наиболее серьезно изучением гипноза занялись ученые Франции в середине XIX в. Энтузиастом его применения был известный невропатолог Жан Мартен Шарко. Другие французские ученые (Рише, Бернгейм) стали выдвигать определенные концепции для объяснения механизмов гипноза. В этот период гипноз привлек внимание и Рудольфа Гейденгайна.

Непосредственным толчком, побудившим Гейденгайна самого заняться вопросами гипноза, послужили опыты известного в то время гипнотизера Ганзена. Он разъезжал по городам Германии и демонстрировал сеансы гипноза. Выступал он со своими опытами и в Бреслау, где они вызвали у населения настоящий ажиотаж. Опыты Ганзена возродили тягу к мистике, оживили занятия спиритических кружков. Кое-где появились знахари, использовавшие гипноз для лечения, причем не обходилось без осложнений.

Все это и привлекло внимание Гейденгайна. Он присутствовал на опытах Ганзена и поставил перед собой задачу исследовать явления гипноза строго научно, опираясь лишь на факты и объясняя их с точки зрения физиологических механизмов. Для этого нужно было самому научиться гипнотизировать. Гейденгайн освоил метод гипнотизирования и начал экспериментировать, приглашая

для опытов своих коллег, студентов и даже родственников, в частности брата Августа. Загипнотизированный им брат по его приказу подвергался самым разнообразным воздействиям. Своим опытам ученый придавал двоякое значение. С одной стороны, интересуясь вопросами механизмов влияния мозга, в частности его высших отделов, на функции организма, он видел в гипнозе новый метод изучения этих влияний. С другой стороны, само по себе явление, воспринимаемое обывателями как мистическое, способствующее распространению суеверия и порождающее нездоровые фантазии, нуждалось, по мнению ученого, в истолковании с позиций физиологии. В статье «Так называемый животный магнетизм» Гейденгайн писал по этому поводу: «Мне кажется, что дело общественного интереса заботиться о том, чтобы из действительно поразительных явлений, свидетелем которых было большинство из нас, не были выведены ложные заключения о каких-то таинственных, чудесных силах, сущность которых до сих пор неизвестна. Есть основание опасаться, что это и в самом деле может случиться» (1880, с. 5).

Итак, Гейденгайн начал свои эксперименты по гипнозу. При этом он использовал обычные приемы. По инструкции ученого испытуемый смотрел на блестящую палочку или подвергался действию однообразных раздражителей: тиканью часов, легкому поглаживанию и т. д.\*

Гейденгайну удавалось вызывать разные степени гипноза, начиная от слегка заторможенного состояния до глубокого сна. Для научных целей наиболее подходящей формой гипноза он считал среднюю степень гипнотического сна с полным сохранением контакта подопытного с гипнотизером. Чтобы доказать наблюдающим, что у гипнотизируемого выключается контроль сознания над собственными поступками, Гейденгайн прибегал к своеобразным приемам, которые мог применять лишь к своему брату: заставлять его пить чернила, есть сырую картошку, внушив, что это груша, принимать неестественные позы, будучи в состоянии каталепсии, и выполнять другие действия, показывавшие, что испытуемый находится в состоянии, исключавшем произвольный контроль собственной деятельности. Брат Гейденгайна безропотно подвер-

---

\* Работы Гейденгайна по вопросам гипноза публиковались в виде статей и отдельных брошюр.



гался гипнозу и всем проводимым на нем экспериментам, до тех пор пока ученый не вынудил его собственноручно отрезать ножницами половину бороды, которую он вырастил с великой тщательностью. Разумеется, присутствующим на опыте этот эксперимент показался вполне убедительным доказательством отсутствия произвольного контроля собственных действий у гипнотизируемого, но последний, придя в нормальное состояние, выразил крайнее негодование по поводу проведения эксперимента.

Итак, первое положение, которое хотел подтвердить в опытах Гейденгайн, — бесконтрольность поступков — было доказано. Вторым моментом, заинтересовавшим Гейденгайна, был автоматизм двигательных актов, наблюдаемый у испытуемых. Он убедился, что в состоянии гипноза при определенных условиях испытуемый копирует и воспроизводит все движения экспериментатора. Удалось заставить гипнотизируемых делать отдельные движения руками, подражать гипнотизеру, передвигаясь по комнате. Особенно успешно получались опыты с речевым подражанием, когда испытуемый как эхо воспроизводил слова и отдельные фразы экспериментатора.

Опыты такого рода убедили Гейденгайна в наличии автоматизированных комплексных действий, которые в норме осуществляются с участием сознания, но фактически могут и не зависеть от него. Ученый указывал, что в обыденной жизни нередко совершаются акты, когда чувственное раздражение непосредственно дает двигательную реакцию, не подвергаясь сознательному контролю, как бы направляясь по «укороченному пути». Так, представление у пианиста о движениях пальцев, о нотных знаках и трансформация их в движение вытесняется из сферы сознания, и он автоматически преодолевает технические трудности движения, удерживая в сознании лишь эмоциональную направленность исполняемого музыкального произведения. Человек, сосредоточенно читающий книгу, может автоматически ответить на обращенный к нему вопрос, не вникая в его сущность.

Все эти явления Гейденгайн объяснял отключением коры мозга от участия в реакциях на раздражение. Таким образом, он вполне четко представлял себе, говоря современным языком, «корковый компонент» рефлексорных реакций и придавал ему решающее значение в осознании совершаемого рефлексорного акта. Автоматические дви-

жения гипнотизируемого, особенно подражательного характера, Гейденгайн рассматривал как результат активизации путей проведения возбуждения в условиях, когда выключается влияние на эти пути коры больших полушарий. «Пути от зрительного аппарата к двигательному становятся всё больше и больше проходимы», — писал ученый.

Специальному исследованию подвергалась моторная деятельность гипнотизируемого человека. Гейденгайну удалось получить при глубоком гипнотическом сне каталептическое состояние отдельных конечностей или всей мускулатуры тела гипнотизируемого. При этом оказалось возможным придать напряженной конечности любое положение. Опыты с каталепсией обычно сопровождалась потерей речи у загипнотизированного, так как мышцы гортани приходили в состояние контрактуры. Внимание Гейденгайна привлекло то обстоятельство, что в условиях подобного опыта у испытуемых нередко возникали судороги, и ученый прекращал опыты из боязни вызвать осложнение в виде спазм дыхательной мускулатуры с остановкой дыхания.

Все опыты с повышением и изменением тонуса и характера моторной деятельности Гейденгайн объяснял следующим образом: после устранения контроля корой мозга подкорковых центров (полосатого тела и других образований) их возбудимость повышается, что и обуславливает усиление всех форм сократительной деятельности: тонической, трансформирующейся в каталепсию, и тетанической, переходящей в судороги.

Для теоретического толкования и обоснования повышения возбудимости и структур мозга, лишенных подавляющего влияния коры, Гейденгайн ссылался на опыты И. М. Сеченова: «В самом деле, в физиологии давно уже известно благодаря прекрасным исследованиям Сеченова в Петербурге, что если устранить функцию некоторых частей головного мозга (четверохолмия и продолговатый мозг) с помощью удаления их, то рефлексорная раздражимость сильно повышается» (1880, с. 19).

Речь идет о серии опытов И. М. Сеченова, в ходе которых при удалении вышележащих отделов наблюдалось усиление спинальных рефлексов. Основываясь на этих опытах, Гейденгайн утверждал, что «во время гипноза передача рефлексов от чувствительных к двигательным

нервам настолько облегчается, что в этом состоянии легко наступают такие рефлексорные акты, которые в нормальном состоянии не наблюдаются» (1880, с. 61).

Гейденгайн обратил внимание на многочисленные рефлекс, которые можно было наблюдать у загипнотизированных испытуемых. Так, у загипнотизированного человека можно почесыванием кожи вызвать «чесательный рефлекс», присущий животным. Кожа представляет собой множество рецептивных полей для координированных двигательных рефлекс, как показал в опытах Гейденгайн. Так, например, раздражением кожи около грудины можно вызвать приведение плеча к грудной клетке с одновременным разгибанием предплечья. При раздражении кожи над поясничным отделом позвоночника можно наблюдать выпрямление корпуса в связи с тоническим сокращением всех спинальных мышц и т. д.

Итак, в процессе гипноза выявляются разнообразные сенсомоторные рефлекс, которые отсутствуют или замаскированы у нормального человека.

Интересны опыты, проведенные с односторонним гипнотическим влиянием. Ученый обнаружил, что при определенной глубине гипноза поглаживание по темени справа может вызвать паралич движений конечностей слева и, наоборот, поглаживание темени слева способствует правостороннему парезу конечностей.

При таком парезе, или параличе, пораженные конечности также в некоторых случаях находились в каталептическое состоянии повышенного тонуса и им можно было придать любое положение, но воле испытуемого они не подчинялись.

Интересно, что в большинстве опытов паралич соответствовал топографии нисходящих двигательных путей с их перекрестами, т. е. правостороннее воздействие на мозг вызывало левосторонний паралич. Однако бывали случаи, когда поражение наступало ипсилатерально, что, по мнению Гейденгайна, объяснить не представлялось возможным.

В соответствии с локализацией центра речи паралич возникал только при поглаживании левой половины головы и отсутствовал при правостороннем воздействии на голову. Односторонние изменения в двигательном аппарате сопровождались изменениями вегетативного характера: уменьшением кровенаполнения конечности с повыше-

ным тонусом и соответственно увеличением кровенаполнения интактной конечности.

Все расстройство движения с одной стороны Гейденгайн объяснял исключением влияния с данной стороны коры и высвобождением рефлексов в периферических отделах тела. В опытах Гейденгайна наблюдались также и общие изменения вегетативных функций: учащение дыхания, сердцебиения, побледнение или покраснение лица и т. д.

Весьма важным является вывод Гейденгайна о том, что в ходе развития ребенка его двигательные акты формируются в результате установления связей ощущений, исходящих из самих мышц, со зрительными представлениями. О существовании этих связей говорят опыты, в которых у гипнотизируемого сохраняется зрительный контроль происходящего и, видя движения гипнотизера, он активно им подражает.

Не меньший интерес у ученого вызывали явления в сфере органов чувств. Прежде всего при гипнозе определенной степени глубины была отмечена аналгезия — снижение чувствительности вплоть до полного ее исчезновения. Эта аналгезия могла быть и односторонней при действии на одну половину головы справа или слева. Загипнотизированные люди теряли чувствительность, например, к уколу иглой.

Особое внимание Гейденгайна привлекала потеря цветного зрения у подопытных людей. Оказалось, что в ходе гипнотического сеанса, при определенной степени гипноза, испытуемый утрачивает возможность различать цвета и видит все в черно-белом изображении.

При этом процесс исчезновения цветовосприятия проходит определенные стадии: первоначально окрашенный объект начинает представляться в дополнительном цвете (например, красный предмет начинает казаться зеленым), затем он стойко теряет окраску, превращаясь в представлении гипнотизируемого в серый. Интересно отметить, что при введении атропина в глаз цветное зрение восстанавливается. Следовательно, атропин действует, как считал Гейденгайн, прямо на элементы, воспринимающие цвета, и освобождает их от расстройства, вызванного гипнозом.

Гейденгайн придавал большое значение легкости внушения в ходе гипноза. Он объяснял это явление стой-

костью следов тех процессов, которые фиксируются в нервных элементах при отсутствии контроля со стороны воли. Гейденгайн писал: «Сколько есть матерей, которых не потревожит во время сна самый сильный шум, но которые просыпаются от малейшего шороха своего ребенка».

В отношении практического применения гипноза в медицине, однако, никаких мыслей ученый не высказывал, придерживаясь в целом такой точки зрения, что явление гипноза требует длительного и детального изучения и что необходима чрезвычайная осторожность при гипнотизировании людей, так как неумелое использование гипноза может привести к судорогам, слишком глубокому сну или созданию постоянной нервозности у подопытного.

Работы Гейденгайна, связанные с гипнозом, нашли самые разнообразные отклики у современников. Французский физиолог Шарль Рише, сам увлекавшийся изучением гипнотических состояний, с живым интересом отнесся к опытам Гейденгайна и завязал с ним научную переписку. Гейденгайна считали большим авторитетом в вопросах гипноза. Некоторые ученые приезжали специально, чтобы наблюдать его опыты с гипнозом. В их числе были и иностранцы. В то же время в Германии началась настоящая травля ученых со стороны определенного круга дипломированных невежд. Так, Ф. Цольнер с озлоблением обрушивался на Гейденгайна за самую идею объяснить гипноз — явление, по мнению Цольнера, из сферы непознаваемых — с научных позиций.

Так, на с. 227 своей книги [15] возмущенный Цольнер приводит выдержку из ответного письма к нему Гейденгайна: «Может быть, сам Гансен и считает, что он обладает специфической силой, но для физиологов ясно, что речь идет не об этом. Его чувствительность, как я представляю себе, — вопрос особенно высокой возбудимости нервной системы». Приведя эту цитату, Цольнер раздражается градом упреков по адресу Гейденгайна, сравнивая его с «циничным» профессором Фогтом, порицая за «упрощенчество».

Все вышеизложенное хорошо иллюстрирует, как не просто было в те времена выступать с материалистическими представлениями о неизученных процессах, какой борьбой мнений сопровождалось внедрение новых идей.

Анализируя вклад Гейденгайна в развитие представ-

лений о гипнозе, можно сказать, что заслугой его явился прежде всего естественно-научный подход к вопросу. В те годы нередко даже ученые попадали под влияние господствующих мистических представлений о неисследованных явлениях. Следует отметить также, что именно экспериментальный подход к вопросу Гейденгайн считал наиболее эффективным для разгадок тайн гипноза и придавал большое значение разоблачению фантастических представлений о гипнозе, выступая с лекциями и популярными статьями на эту тему.

Гейденгайн считал, что гипноз — состояние, при котором за счет слабых однообразных раздражений выключается кора мозга. В своей лекции о гипнозе он характеризовал гипнотическое состояние так: «Причина гипнотического состояния в подавлении деятельности ганглиозных ячеек коркового вещества большого мозга (так называли нервные клетки. — С. Ч.), вызванного слабым постоянным раздражением органов чувств» (1880, с. 47).

Рефлексы при этом осуществляются на подкорковом уровне и протекают усиленно и бесконтрольно — бессознательно. Однако при известной подсказке испытуемый, вышедший из состояния гипноза, может с помощью воли (локализованной в коре, по мнению Гейденгайна) воспроизвести следы того, что он слышал и видел в состоянии гипноза, но при этом воспроизведение было чисто механическим. Так, например, испытуемый может повторить отдельные фразы, не вникая в их смысл.

Представляет интерес объяснение, данное Гейденгайном соотношению сознательного и бессознательного. По его мнению, бессознательные ощущения оставляют в мозгу бессознательные следы, которые вновь оживают в воспоминании.

Заслуживает внимания аналитический подход Гейденгайна к опытам: изучение феноменологии в двигательной и чувствительной сферах, изучение природы автоматических подражательных актов и т. д.

К тому времени, когда Гейденгайн занимался опытами по гипнозу и его влиянию на различные формы деятельности человека, в России также закладывались основы для научного использования гипноза. Им занимался В. Я. Данилевский [24]. Он исследовал гипноз на животных, пытался объяснить его механизмы и при гипнотизировании людей. Гипноз проник в психиатрические клин-

ки и больницы, вошел в арсенал лечебных мероприятий (А. А. Токарский, позже В. М. Бехтерев и др.).

Наконец, занимаясь вопросами физиологии высшей нервной деятельности, И. П. Павлов наиболее четко сформулировал понятие о механизмах гипноза и гипнотических состояний животных и человека. Создание этого раздела физиологии, возможность с помощью условного рефлекса как метода исследования функции мозга подвергнуть изучению отдельные элементы психической деятельности — все это позволило Павлову и его сотрудникам составить представление о гипнозе, как известно, сводившееся к тому, что гипноз — неполный частичный сон, торможение коры при условии сохранения незаторможенных центров. Возникновение гипнотического состояния Павлов приравнивал по механизму к запредельному торможению, которое может развиваться как от сверхсильного раздражителя, так и от однообразного действия слабого раздражения при условии, что нервные клетки, к которым этот слабый раздражитель адресуется, утрачивают стойкость и работоспособность в результате конституциональных особенностей или в результате приобретенного невротического состояния.

Работы И. П. Павлова, касающиеся гипноза и гипнотических фаз, хорошо известны. В задачу настоящей книги не входит их анализ, а также анализ состояния теоретических представлений о гипнозе в наши дни. Уместно лишь подчеркнуть, что взгляд Гейденгайна на сущность гипноза как на выключение влияний коры больших полушарий на подкорковые структуры не встречает возражений и теперь. И. П. Павлов писал: «Он смотрел на гипноз как на результат задержки деятельности высших центров благодаря слабым ритмическим раздражениям, применяющимся для наступления гипнотического состояния, и в совместной работе с Бубновым дал этому взгляду известное экспериментальное подтверждение; в этой работе убедительно было показано, что сокращение мышц, вызванное раздражением психомоторных центров, задерживается слабыми периферическими раздражениями» [14 с. 98].

Трезвая естественно-научная позиция Гейденгайна в отношении гипноза, бывшего в те времена предметом многочисленных научных спекуляций, доказывает, что ученый стоял на позициях стихийного материализма.

## Исследования по физиологии кровообращения

---

В начале научной деятельности Гейденгайна интересовали вопросы физиологии кровообращения. Он занимался исследованием влияния блуждающего нерва на работу сердца. С тех пор как братья Вебер описали тормозящий эффект раздражения блуждающего нерва на сердце, вопрос о механизмах этого эффекта интересовал многих ученых. Гейденгайн ставил опыты на лягушках, раздражал блуждающий нерв током разной силы и длительности и увидел, что результаты получаются не однозначные (1858). В частности, в одних случаях раздражение давало уменьшение амплитуды сокращений, а в других — уменьшение их частоты. В опытах ученого выявлялись следующие закономерности: сильный ток влияет в большей степени на частоту сокращений, тогда как слабый больше изменяет силу сокращений.

Примечательно, что в специальных условиях Гейденгайн получал при раздражении блуждающего нерва не тормозящее, а стимулирующее действие на сердце. Подобный эффект он наблюдал и после введения в организм подопытного животного атропина и никотина.

Усиление сокращений сердца в опытах Гейденгайна наблюдалось и когда раздражался блуждающий нерв после остановки сердца, вызванной действием сильного тетанизирующего тока. Кроме того, при раздражении самого блуждающего нерва химическим путем, т. е. наложением ваты, смоченной растворами различных солей, также в ряде случаев отмечалась стимуляция сокращений сердца.

В своей статье «Наблюдения влияний блуждающих нервов на сердечные сокращения» ученый изложил лишь результаты опытов, оговорившись, что их объяснение следует. Однако нам не удалось обнаружить другие ра-



боты о деятельности сердца и его иннервации, известна лишь статья полемического характера, в которой Гейденгайн разбивает опыты и выводы Экгарта, сравнивая их со своими.

Нельзя не отметить, что здесь, как и во многих других его исследованиях, Гейденгайн видел свою задачу в отказе от упрощенчества и примитивизации. Он не удовлетворялся наблюдением однозначного результата отрицательного хронотропного влияния блуждающего нерва, а исследовал его влияние на большое число параметров деятельности сердца, изучал длительность и соотношение отдельных фаз, силу и ритмику сокращений и т. д.

Полученные им результаты — стимуляция сердца при раздражении блуждающего нерва в определенных условиях — лишь теперь могут быть объяснены наиболее убедительно в свете представлений М. Г. Удельнова, изложенных в его книге [25] и ряде статей.

Заслуживает внимания и тот факт, что Гейденгайн считал, что блуждающий нерв влияет не непосредственно на мышцу сердца, а на ганглии, лежащие в толще сердечных мышц. Он признавал эти ганглии центрами, регулирующими силу и ритм сердечных сокращений. Интересно подчеркнуть, что углубленное изучение интрамуральных ганглиев в наши дни также приводит к выводу о том, что они играют роль более значительную, чем приписывалось им прежними исследователями, когда их рассматривали лишь как постганглинарные парасимпатические нейроны. По-видимому, интрамуральные ганглии, на которых обнаружена конвергенция не только парасимпатическая, но отчасти и симпатических волокон, и являются специфическими образованиями, обуславливающими внутрисердечную рефлексорную координацию сократительной деятельности разных отделов сердца [26].

Самостоятельный раздел работы Гейденгайна составил изучение количества циркулирующей крови в организме животного и человека. В тот период уже существовал целый ряд прямых и косвенных методик, позволявших дать ответ на этот вопрос. Работа Гейденгайна по изучению количества циркулирующей крови относится к его ранним трудам (1857). Однако он проявил огромную скрупулезность и тщательность зрелого исследователя. Прежде всего Гейденгайн счел нужным дать широкий литературный обзор, описав все имеющиеся методики, их преиму-

щества и недостатки. Затем в больших сериях опытов он лично проверил методики, применяемые другими авторами. В ходе работы Гейденгайн убедился, что наиболее несовершенным является метод заполнения сосудистой системы трупа раствором до создания нормального давления. Он справедливо указывал на изменчивую эластичность и в связи с этим емкость сосудов, привел большой цифровой материал, показывавший неточность этого способа определения массы крови. Ученый нашел также, что метод введения чужеродных эритроцитов с последующим микроскопированием крови и расчетом ее количества по их концентрации также имеет недостатки и не может считаться точным.

Гейденгайн остановился на методе Велькера и Бишоффа как на наиболее удовлетворительном. Метод сводился к следующему: у животного брали кровь в небольшом количестве и разбавляли в 100 раз физиологическим раствором. Затем производилось кровопускание, после чего сосудистая система животного промывалась тем же раствором. В конечном итоге создавалась концентрация, которая приравнивалась к концентрации эталона (в основе лежала колориметрия). Затем производился несложный расчет количества крови, содержащегося в организме данного животного. В ходе опытов Гейденгайн обнаружил, что венозная кровь обладает более интенсивной окраской, чем артериальная. Это позволило ему специальными опытами, отдельно, определить количество крови, заполняющее артериальную и венозную системы. Он получил соотношения от 1 : 1,5 до 1 : 3. В опытах Гейденгайна было показано, что количество крови у кролика составляет 5% веса тела, а у собак — 7,2%. Эти данные, как признали впоследствии другие специалисты, оказались точнее тех, которые были получены предшественниками Гейденгайна, так как Гейденгайн промывал в числе прочих сосудов и сосуды брыжейки, а также делал вытяжки из паренхиматозных органов.

Небольшую часть работ по физиологии кровообращения Гейденгайн посвятил изучению деятельности лимфатических сердец лягушки (1856). Вальдейер (27) — будущий анатом и гистолог, работая у Гейденгайна ассистентом, изучил иннервацию лимфатических сердец и связь их со спинно-мозговыми нервами. Денервация сердец приводила к тому, что они переставали работать рит-

мично и не опорожнялись полностью. На основании этих опытов Гейденгайн, в отличие от других авторов, сделал заключение, что деятельность лимфатических сердец не автономна, а значительно зависит от нервных влияний. Они полностью подчинены спинно-мозговым центрам и идущим от них нервам. (Термина «автоматия» Гейденгайн не употреблял.)

Значительно углубленной и содержательней работ по физиологии сердца оказались труды Гейденгайна по терморегуляции. Его интересовала зависимость между кровоснабжением органов и уровнем выделения этими органами тепла. До Гейденгайна этими вопросами занимались К. Людвиг и его ученики. В публикациях, выходявших из лейпцигского Института физиологии, обсуждалось и экспериментами доказывалось следующее положение: при раздражении чувствительных нервов температура внутренних органов, в частности мозга, повышается. Это повышение Людвиг объяснял так: ткани под влиянием раздражения нервов получают повышенное кровоснабжение, лучше обеспечиваются кислородом, и обмен в них осуществляется интенсивнее, в результате чего и выделяется больше тепла.

Особое внимание Гейденгайн уделил комплексному изучению кровоснабжения органов и зависимости теплообразования в органе от условий кровоснабжения при покойном состоянии и при деятельности (1870). Этому вопросу посвящены работы Гейденгайна: «Замечания по поводу новой теории Циона» и «О неизученном влиянии нервной системы на температуру тела и кровообращение». Он использовал для этого измерение кровяного давления в сосудах, приносящих к органу кровь, измерял также температуру приносимой крови и органа с помощью термомпары. Этот метод позволял измерять лишь относительные показатели: нарастание или уменьшение разницы температуры крови и снабжаемого ею органа. (В ходе таких опытов Гейденгайн пришел к выводу, что печень далеко не является тем центром теплообразования, каким считал ее Клод Бернар. Он показал, что температура печени лишь немного выше температуры других внутренних органов, а в некоторых случаях достигает того же уровня.)

Имея в своем распоряжении очень точный метод измерения температуры отдельных тканей, он приступил

к опытам с мозгом. Производилось раздражение седалищного нерва или иногда ветвей тройничного нерва. Изменялась температура артериальной крови и самого мозга. Через трепанационное отверстие в черепе Гейденгайн вводил термоэлектрический датчик, помещая его на поверхность коры. Второй датчик вводился в общую сонную артерию. Оказалось, что при обычных условиях мозг имеет температуру выше температуры крови.

Проводя опыты с мозгом, Гейденгайн убедился в том, что разница температур между артериальной кровью и веществом мозга после раздражения чувствительных нервов (что, по мнению Гейденгайна, вызывает активное состояние мозга) увеличивается. Следует отметить, что при этом исключалась всякая двигательная активность, так как животные перед опытом получали определенную дозу кураре.

Сам факт увеличения разницы температур между притекающей кровью и мозгом при раздражении чувствительных нервов (например, проходящих в стволе седалищного нерва) сначала показался Гейденгайну вполне закономерным. Что могло быть неожиданного, если в деятельности мозга повышался обмен веществ в связи с получением импульсов по чувствительным путям спинного мозга? Однако Гейденгайн захотел проверить опыт. В условиях, уже описанных, он измерил дополнительно температуру притекающей крови в абсолютных величинах как в процессе раздражения чувствительных нервов, так и до него. Оказалось, что температура крови понижалась. Это была удивительная находка! Следовательно, раздражение чувствительных нервов в опытах с измерением температуры мозга и крови приводило не к повышению температуры мозга, а к понижению температуры крови!

Эти исследования повлекли за собой «лавинообразно нарастающий поток экспериментов», как выражался сам Гейденгайн. Предстояло решить вопрос: почему раздражение чувствительных нервов вызывало понижение температуры крови?

Первоначально Гейденгайн исходил из данных, полученных в лаборатории Людвиг: раздражение чувствительных нервов считалось причиной повышения давления крови в связи с сужением артериол. Было принято думать, что сужение артериол происходит повсеместно и охватывает все сосуды тела. Гейденгайн решил выяснить,

как повлияют на температуру крови другие способы повышения кровяного давления, например удушение или непосредственное раздражение сосудодвигательных центров, заложенных в продолговатом мозге. Оказалось, что и в этих случаях температура крови экспериментального животного не повышалась, а понижалась. Дальнейшие опыты были прерваны с использованием методик, вызывающих понижение давления. Так, проводилось раздражение блуждающего нерва, кровопускание и т. д. В результате температура крови повышалась. Все эти данные побудили Гейденгайна пересмотреть вопрос о соотношении сосудосуживающих и сосудорасширяющих влияний.

В 70-х годах были известны сосудосуживающие влияния, которые, как показали еще А. П. Вальтер и К. Бернар, приписывались симпатическим нервам. Сосудорасширяющие влияния были открыты только для нескольких специальных нервных стволов. Так, Бернар доказал сосудорасширяющее влияние барабанной струны на слюнную железу. Эггард обнаружил, что раздражение веточек тазового нерва вызывает расширение сосудов половых органов. В остальных областях тела расширение сосудов могло происходить только за счет снижения тонуса симпатических нервов. Процесс этот, по мнению большинства исследователей, не мог быть регионарным, а возникал и развивался лишь во всех сосудах одновременно, отчего и наблюдалось общее изменение кровяного давления. Шифф, считавшийся большим специалистом по иннервации сосудов и кровообращению, вообще признавал маловероятным другие механизмы расширения сосудов. Кроме того, в Лейпцигском институте Людвигом было установлено, что раздражение чувствительных нервов повышает давление крови, так как приводит к сужению сосудов.

Гейденгайн, постоянно проверявший исходные данные других авторов, вместе с русским исследователем, будущим терапевтом А. А. Остроумовым начал изучать сосудистые реакции, которые развиваются у курарезированных животных в результате раздражения чувствительных нервов [28, 29]. Они натолкнулись на совершенно неожиданный факт: при раздражении седалищного нерва вместо сужения кожных сосудов наблюдалось расширение! Все же общее кровяное давление у животного повышалось! Это происходило за счет значительного сужения артериол внутренних органов. Гейденгайн дал зада-

ние своему ассистенту Грютцнеру исследовать состояние сосудов мышц конечностей при той же форме раздражения чувствительных волокон седалищного нерва. Было показано, что и сосуды мышц конечностей при этом раздражении также расширяются.

Изучение сосудодвигательных нервов, которые в лаборатории Гейденгайна стали проводить широко не только Остроумов и Грютцнер, но и другие его ученики, показало, что в составе седалищного нерва, а также многих симпатических стволов содержатся специальные сосудорасширяющие нервы. Эти нервы выявлялись в опытах с денервацией.

Гейденгайн денервировал правую заднюю конечность собаки. Температура конечности повышалась, так как сосуды, лишенные тонуса, расширялись и заполнялись кровью, несущей тепло из внутренних органов. Спустя несколько дней Грютцнер раздражал различные чувствительные нервы животного и наблюдал рефлекторные сосудистые реакции. Оказалось, что левая конечность, нервы которой были сохранены, становилась теплее правой. Эти результаты позволяли сделать только один вывод: сосуды интактной конечности расширяются сильнее, чем сосуды оперированной конечности. Следовательно, в общих эфферентных стволах имеются нервы, способные активно расширять сосуды. При этом просвет сосудов становится шире, чем просвет сосудов, лишенных тонуса в результате денервации. Таким образом, в целом устранение сосудосуживающего влияния действует в меньшей степени, чем активация сосудорасширяющих влияний.

Опыты дали возможность Гейденгайну вернуться к интерпретации опытов, доказавших понижение температуры крови при раздражении чувствительных нервов и сопоставлении температуры крови с температурой мозга.

Объяснение было следующим: раздражение чувствительных нервов способствует учащению и усилению сердечных сокращений (эти факты были давно установлены различными авторами и не нуждались в дополнительных доказательствах). Одновременно суживаются сосуды внутренних органов, а сосуды кожи и нижних конечностей расширяются. Кровь под повышенным давлением и с увеличенной линейной скоростью устремляется в расширенные поверхностные сосуды. Это сопровождается нагреванием кожи и повышенной теплоотдачей. Отсюда ста-

новится понятным явление понижения температуры крови, измеряемой в сосудах любых частей тела, в том числе и крови, поступающей в мозг.

Подробное описание этих серий опытов, как нам представляется, не только показывает, что Гейденгайн открывал новые факты, вносил коррективы в старые представления, но и дает возможность оценить научную методологию ученого, способность оценивать соотношение частного и целого в живом организме.

Глубокое проникновение Гейденгайна в закономерности деятельности живого организма можно проиллюстрировать следующим примером. Еще в 1868 г., выступая на страницах журнала со статьей о новой теории Циона, Гейденгайн описывал интегративную деятельность мозга. Речь шла о том, что у животного, лишённого в ходе опыта всех отделов мозга, кроме продолговатого и мозжечка, раздражение чувствительных нервов вызывало падение кровяного давления вместо ожидаемого повышения. Гейденгайн подчеркивал, что без удаленных отделов мозга типичные реакции на раздражение утрачиваются, так как выпадает интегративное взаимодействие структур.

Сама постановка вопроса показывала, насколько далеко ушел ученый от распространенного еще в те годы упрощенческого представления о соотношении мозговых структур как лишь усиливающих или ослабляющих активность нижележащих отделов.

Гейденгайн рассматривал взаимодействия между различными системами организма как динамическое преобладание одних влияний над другими. В окончательной реакции организма он всегда видел результат интегративной деятельности.

Определенный интерес представляли опыты с уменьшением или увеличением скорости кровотока через органы.

Например, в серии экспериментов с термометрией печени Гейденгайн снижал или прекращал приток крови к печени. При уменьшении главным образом скорости кровотока через печень температура оттекающей крови повышалась, а при увеличении скорости — понижалась.

Гейденгайн решил исследовать температуру крови и внутренних органов животного в первые минуты после его смерти — полного прекращения кровообращения. Опыты производились с измерением температуры каждого органа, температуры крови в питающей его артерии и

отходящей от него вене. Одновременно производилась термометрия кожи. Гейденгайн показал такую закономерность: на протяжении 20—25 минут после остановки сердца температура каждого внутреннего органа повышается постепенно на десятые доли градуса. Соответственно повышается температура крови, заполняющей внутренние органы. По прошествии этого срока температура начинает падать. Это явление было нетрудно объяснить, допуская наличие остаточного теплообразования во внутренних органах после прекращения циркуляции крови. Кровь не циркулирует и, не соприкасаясь с поверхностью тела, через кожу не отдает тепло. Повышение температуры внутренних органов (нередко доходившее до  $1,0—1,5^{\circ}$ ) прекращается вместе с полным прекращением всяких теплообразовательных процессов.

Продолжая свои исследования, Гейденгайн изучал температурные реакции на раздражение чувствительных нервов у лихорадивших животных. Для воспроизведения у собак лихорадки он за 1—2 часа до опыта вводил им под кожу эфир. Это давало повышение температуры тела животного максимум на  $2^{\circ}$ .

С такими животными и повторялись опыты с термометрией внутренних органов и крови в сосудах при раздражении чувствительных нервов.

Гейденгайн убедился в том, что на фоне повышенной температуры раздражение чувствительных нервов не вызывало ее падения, как это всегда наблюдалось у животных, находившихся в нормальном состоянии. Напротив, у лихорадивших животных в некоторых случаях раздражение чувствительных нервов вызывало лишь дальнейшее повышение температуры крови. При этом сохранялись реакции повышения давления крови на чувствительное раздражение. Объяснение подобным явлениям Гейденгайн видел в изменении нормальных регуляторных соотношений между процессами выработки и отдачи тепла у лихорадивших животных.

В целом, подводя итог многочисленным и разнообразным экспериментам Гейденгайна, посвященным термометрии в условиях различных раздражений и различных воздействий на кровообращение, можно считать, говоря современным языком, что Гейденгайн одним из первых изучал температурный гомеостазис и поддерживающие его механизмы.



## Изучение пищеварения

---

Вклад Гейденгайна в раздел физиологии пищеварения особенно значителен. К тому времени, когда ученый стал заниматься вопросами физиологии пищеварения, этот раздел с наибольшим трудом поддавался изучению. Постановка острых опытов мало что давала для анализа пищеварительных соков, так как пищеварительная трубка, представлявшая собой единую систему, при малейшей травме прекращала функционировать или функционировала извращенно. Поэтому знания о сущности и механизмах пищеварительных процессов накапливались медленно.

Разумеется, все же некоторые исследования по физиологии пищеварения были оригинальны и эффективны, и из них последующие поколения физиологов почерпнули немало информации. К таким исследованиям относится, например, работа американского врача У. Бомона, изучавшего сокоотделение в желудочке А. Сен Мартина, имевшего желудочный свищ. Однако нельзя забывать, что работа была проделана в начале столетия и недостаточный уровень науки того времени ограничивал возможности исследователя. Лишь к середине XIX столетия развернулись систематические работы по физиологии пищеварения в разных странах. Хирург Е. Блондло во Франции и В. А. Басов в России независимо друг от друга разработали методику операций наложения фистул желудка. Физиологи использовали эти фистулы для изучения желудочной секреции (К. Бернар во Франции, А. М. Филомафитский в России и др.). Это было началом изучения пищеварения в условиях хронического эксперимента, что впоследствии столь блестяще реализовали И. П. Павлов и его сотрудники.

В 50-х годах над вопросами пищеварения работали одновременно К. Бернар и К. Людвиг. Ученых интересовали механизмы секреции пищеварительных соков, регуляция их выделения. Оба ученых, придерживавшиеся первоначально представления о том, что слюноотделение является фильтрационным процессом (слюна — фильтрат крови), на основании опытов с измерением давления в сосудах, приносящих кровь к железе, и в протоке слюнной железы пришли к выводу, что секреция — процесс более сложный, чем простая фильтрация.

В середине XIX столетия наиболее выдающиеся работы по пищеварению проводили дерптские физиологи Ф. Биддер и К. Шмидт [30]. Их книга, вышедшая в 1852 г., содержала данные о секреции пищеварительных соков всех отделов пищеварительной трубки, полученные на различных экспериментальных животных, большей частью с помощью фистул или введения канюли в протоки желез. Соки подвергались химическому анализу, изучались в разных условиях (при голодании, при кормлении избирательно теми или иными пищевыми веществами и т. д.).

Помимо обилия полученных фактических данных, следует отметить как особое достижение авторов концепцию о циркуляции пищеварительных соков: о всасывании их в кровь и лимфу и последующем возвращении в пищеварительный тракт в составе секрета. Биддер и Шмидт, видя непрерывность такой рециркуляции, заложили в своих концепциях представление о единстве жидкой фазы организма. Книга была высоко оценена современниками: Биддеру была присуждена премия К. Бэра (1879).

Таким образом, начиная свои работы по физиологии пищеварения, Гейденгайн имел немало предшественников, занимавшихся в разных аспектах отдельными сторонами этой функции организма. Работы по пищеварению, выполненные Гейденгайном, отличались особым подходом. Он использовал комплексный метод изучения пищеварения: хронический и острый физиологический эксперименты, гистологические методики, химический анализ. Такой подход дал значительные результаты, и Гейденгайн длительное время считался непревзойденным специалистом по физиологии пищеварения.

Наиболее исчерпывающее изложение взглядов Гейденгайна на механизм секреции пищеварительных соков со-

держится в «Руководстве по физиологии», изданном Л. Германном (бывшим в то время профессором физиологии Цюрихского университета) \*.

### Изучение слюнных желез

Этой теме посвящен целый ряд работ Гейденгайна и его сотрудников. Работы были преимущественно морфологического характера. Ученый изготовлял гистологические препараты железистой ткани всех имеющихся желез пищеварительного тракта. Примечательно, что препараты приготавливались из желез, находившихся в различных функциональных состояниях: в покое, в процессе интенсивной секреции. Кроме того, препараты делались при длительном предшествующем раздражении симпатических и парасимпатических нервов. Для изучения механизмов секреции Гейденгайн широко применял различные яды: атропин, пилокарпин и другие фармакологические препараты.

Эти исследования сочетались с изучением состава собранной слюны, учетом количества ее при выделении в разных условиях. Изучая секрет околоушных желез, Гейденгайн назвал его первоначально серозным в связи с жидкой консистенцией, но убедившись, что при этом в слюне может содержаться много белков, он дал ему второе название — белковый.

Подчелюстные железы, как показал Гейденгайн, в основном выделяют слизистый секрет, околоушные железы — белковый. В статьях Гейденгайн описывал свои препараты, на которых он изучал строение желез, а также часто ссылался на препараты русского ученого М. Д. Лавдовского. В работах Гейденгайна подробно проанализированы строение выводных протоков желез, их лимфатические и кровеносные капилляры, иннервация.

Особое значение Гейденгайн придавал иннервации желез. Детально рассматривается методика препаровки и раздражения нервов. В специальной серии опытов он производил денервацию слюнных желез.

---

\* Том переведен на русский язык профессором А. Я. Щербаковым и издан в Петербурге в 1886 г.

Вслед за К. Бернаром Гейденгайн наблюдал так называемую «паралитическую секрецию», наступающую после денервации подчелюстных слюнных желез. В своей работе «Вклад в учение о секреции слюны» (1868) он показал изменения структуры железистых клеток, связанные с их денервацией.

Раздражение «церебральных нервов» (так в то время называли парасимпатические волокна) всякий раз вызывало активную секрецию — выделялось много слюны. Стимуляция симпатических нервов давала скудный секрет — выделялось несколько капель слюны, а затем процесс прекращался. При этом «симпатическая» слюна отличалась большей вязкостью. Гейденгайн подчеркнул, что эти наблюдения и до него проводили Экгард и Шифф. Сам он считал своей заслугой описание химических различий между «симпатической» и «церебральной» слюной.

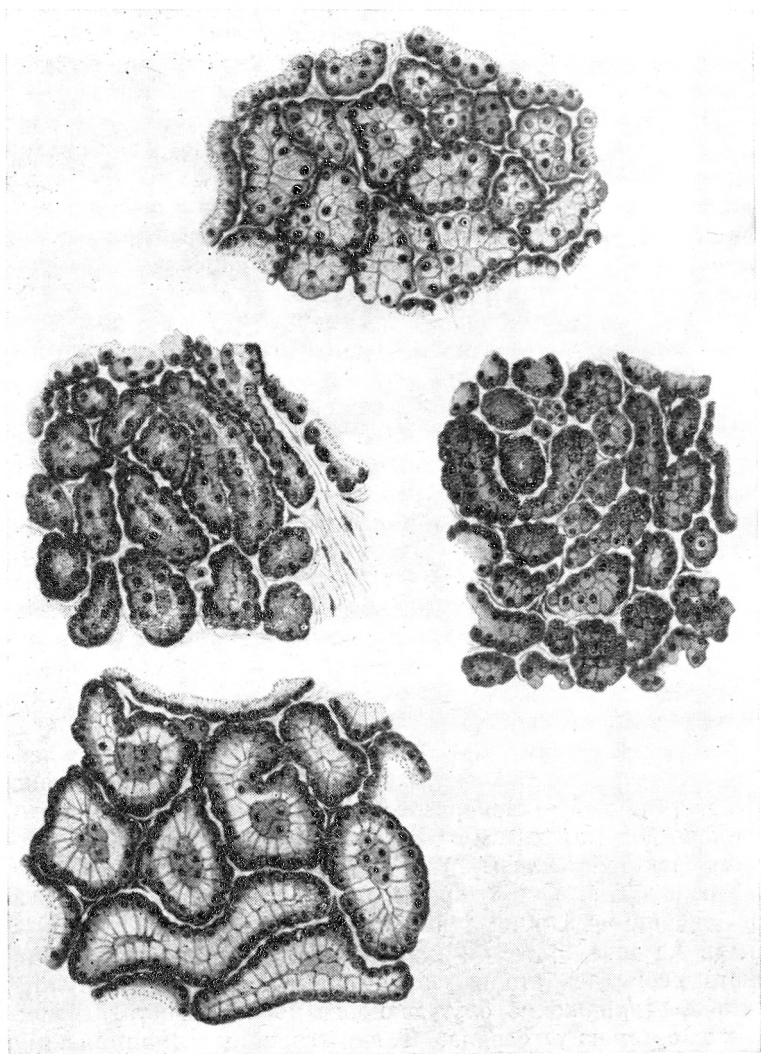
В серии опытов Гейденгайн изменял условия кровоснабжения слюнных желез путем перевязки или пережатия приносящих и выносящих кровь сосудов и в результате пришел к выводу, что для слюноотделения колебания кровоснабжения не имеют решающего значения.

Прибегая к длительному раздражению нервов, он убедился, что железа при этом истощается и секрет становится беднее составными частями. Впервые было выявлено отсутствие параллелизма в выделении воды с неорганическими компонентами, с одной стороны, и в выделении органических компонентов — с другой. Так, оказалось, что при длительном раздражении нервов содержание в слюне органических веществ падает при все еще значительном содержании воды и солей.

В 1878 г. Гейденгайн впервые сформулировал понятие о секреторных и трофических волокнах. Общий вывод его относительно роли различных нервов заключался в том, что в «церебральном нерве преобладают секреторные, а в симпатическом — трофические волокна». Трофические волокна регулируют питание и соответственно обмен веществ в секреторных клетках.

Морфологические изменения в слюнных железах, связанные с раздражением тех или иных нервов, изучались самим Гейденгайном и некоторыми его учениками, в том числе поляком Ф. Навроцким и русским М. Д. Лавдовским.

Гейденгайн сделал вывод, что в целом протоплазма



*Микроскопическое строение поджелудочной железы в разные фазы ее секреторной активности (препарат Р. Гейденгайна)*

клеток желез все время продуцирует вещества, входящие в состав секрета. Клетки получают питание из крови и функционируют более активно при хорошем кровоснабжении.

Центры слюноотделения изучались многими авторами. Было доказано, что они расположены в продолговатом мозгу. Механизм слюноотделения, по Гейденгайну, сводится к возбуждению рецепторов полости рта и является рефлексорным, т. е. возбуждение распространяется в центры, а затем по симпатическим и церебральным нервам идет к железе. Он подчеркивал, что в некоторых случаях слюноотделение возникает рефлексорно, при раздражении других неспецифических для слюнных желез рецепторов.

Гейденгайн приводил данные С. И. Чирьева и Ф. В. Овсянникова о слюноотделении как неспецифической реакции, возникающей в ответ на раздражение, например, бедренного нерва. Удушье в опытах Гейденгайна всякий раз вызывало прямое возбуждение слюноотделительных центров. Он описывал парализующее действие на слюноотделение атропина. Интересно отметить, что, в отличие от Экгарда, считавшего, что атропин возбуждает «тормозящие» слюноотделение волокна, Гейденгайн сделал верное предположение о том, что атропин парализует влияние стимулирующих секрецию парасимпатических волокон на железистые клетки.

Интересен сам подход Гейденгайна к опытам с действием фармакологических веществ на секрецию слюны. Подвергавшееся эксперименту животное (собака) находилось под морфийным наркозом. Отпрепаровывался проток слюнной железы, и в него вставлялась канюля для сбора слюны. Отпрепаровывались симпатические нервы и барабанная струна, кроме того, выделялся блуждающий нерв на шее. Затем в наружную яремную вену животного вводилось столько атропина, сколько было нужно, чтобы раздражение блуждающего нерва перестало вызывать остановку сердца. Такая степень атропинизации оказалась достаточной и для того, чтобы раздражение барабанной струны перестало вызывать слюноотделение.

Далее Гейденгайн рассуждал так: может быть, введенный атропин отравил клетки железы? Для контроля он раздражал симпатический нерв и получал обычное для этого раздражения выделение небольшого количества

вязкой слюны. Следовательно, дело не в свойствах клеток. И Гейденгайн сделал два важных вывода: симпатический нерв и парасимпатическая барабанная струна иннервируют клетки независимо друг от друга. Окончания волокон барабанной струны обладают другими свойствами, чем окончания симпатических нервов «...яд действует именно на эти окончания или на условия взаимодействия их с клетками», — писал Гейденгайн [31, с. 312].

Наряду с действием атропина в опытах Гейденгайна изучалось влияние никотина. Никотин, применяемый в малых дозах, оказывал стимулирующий эффект на слюноотделение, а в больших — тормозящий. Влияние никотина Гейденгайн также связывал не с действием на железистые клетки, как и его предшественники, а на нервные элементы, заложенные в железах. Гейденгайн показал также стимулирующий эффект пилокарпина на слюноотделение.

### **Секреторная деятельность желудка**

Исследования желудка особенно увлекали ученого. Изучая строение желудка с помощью гистологических методик, Гейденгайн выделил несколько отделов желудка с особым строением цилиндрического эпителия слизистой оболочки и желез. Он описал различия слизистой входа в желудок, дна желудка и выхода из желудка.

Гейденгайн охарактеризовал детали строения поверхностного цилиндрического эпителия слизистой и провел огромную серию исследований желез дна желудка, считая эту область наиболее важной в сокоотделении. Применяя различные методики окраски, ученый изучал строение слизистой у голодных и у накормленных животных. При этом использовали самых различных экспериментальных животных: кроликов, кошек, собак, морских свинок, свиней, амфибий.

Внимание Гейденгайна привлекали различия в свойствах клеток, составляющих железы дна желудка. Он первый описал три вида клеток, обладающих различными свойствами по отношению к красителям кислого и щелочного характера, и назвал их главными, обкладочными и добавочными клетками. В этих опытах Гейденгайн впервые отметил роль обкладочных клеток в выделении соляной кислоты, что потом подтвердилось.

Проводя микроскопические исследования слизистой оболочки желудка, Гейденгайн изучал и химический состав их секрета — желудочного сока, получая его из фистулы. Методику наложения фистулы Гейденгайн заимствовал у К. Бернара.

Таким образом, он ставил хронические опыты на здоровых, предварительно прооперированных животных. Кроме того, для получения чистого секрета Гейденгайн предложил свою операцию «маленького желудочка». Он писал: «Для добывания чистого секрета выходной части желудка или области дна необходимо эти части желудка изолировать резекцией — операция, которая для выходной области впервые была испробована Клеменцевичем и которая позднее удалась мне» [31, с. 134] \*.

Операция изолированного желудочка описана впервые в статье Гейденгайна, опубликованной в «Архиве общей физиологии» в 1878 г. Благодаря возможности исследовать отделение сока в фундальной и пилорической частях желудка Гейденгайн впервые описал различный состав этих соков.

Проводя опыты с изолированными желудочком и фистулой желудка, Гейденгайн пришел к выводу, что пища, раздражая желудок механически, вызывает желудочное сокоотделение. При этом местному раздражению соответствует местное же отделение сока. Введение баллона в фистулу и его раздувание не давали так много секрета, как введение пищи. Отсюда Гейденгайн сделал вывод, что секреция складывается из двух механизмов: отделения сока за счет механического раздражения пищей и отделения за счет химических свойств самой расщепляющейся пищи.

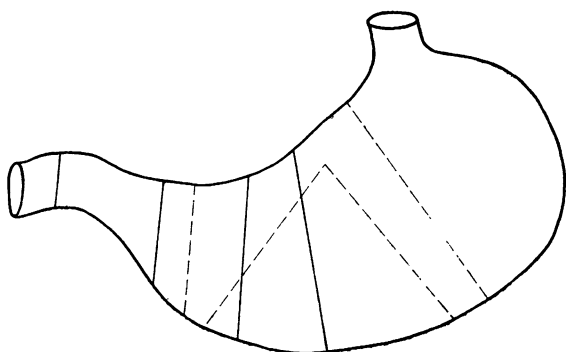
Разбирая вопрос о влиянии на желудок нервов, Гейденгайн допускал возможность рефлексорного сокоотделения при раздражении желудочных желез пищей, полагая, что этот рефлекс осуществляется через нервные ганглии, заложенные в стенках желудка.

Гейденгайн обратил внимание на опыты Ф. Биддера и К. Шмидта, которые наблюдали отделение сока у голодных собак при одном лишь показе пищи. Опыты Риппе

---

\* Работа Р. Клеменцевича опубликована в журнале «Сообщения Венской академии наук» в 1875 г.





*Схема операции Гейденгайна «изолированный желудок»*

Поперечные линии обозначают условное подразделение желудка на отделы. Линия треугольника — разрез для выделения изолированного желудка

над человеком с желудочным свищем говорили о том же. Однако дальше констатации отмеченных фактов ученый не пошел и объяснить эти результаты не смог. В дальнейшем лишь И. П. Павлов описал условнорефлекторный механизм выделения желудочного сока, вскрыв его большое физиологическое значение.

Большую серию опытов Гейденгайн посвятил изучению влияния блуждающего и симпатического нервов на образование и выделение желудочного сока. В опытах Гейденгайна раздражение этих нервов не давало секреции. Перерезка их также не приносила успеха. Единственный вывод, который Гейденгайн смог сделать из опытов подобного рода, заключается в том, что эти нервы не влияют на секрецию.

Лишь через несколько лет разрешить вопрос о роли блуждающих нервов в секреторной деятельности желудка удалось И. П. Павлову. Он перерезал блуждающий нерв и раздражал периферический конец, идущий к желудку, спустя 2—3 суток. И. П. Павлов убедился в активном влиянии раздражения на выделение желудочного сока. Его вывод из опытов этой серии заключался в следующем: в состав блуждающего нерва входят возбуждающие и тормозящие секрецию волокна. Последние обладают более высокой возбудимостью и при раздраже-

нии всего ствола маскируют влияние возбуждающих волокон. Дегенерация, следующая за перерезкой, в большей степени развивается в тормозящих волокнах. В связи с этим стимулирующие волокна оказывают свое действие вполне эффективно.

Дальнейшие исследования Гейденгайна касались свойств отдельных компонентов желудочного сока: слизи, пепсина. Гейденгайн вместе с Грютцнером показал, что пепсин вырабатывается и в пилорической части желудка, что первоначально считалось спорным.

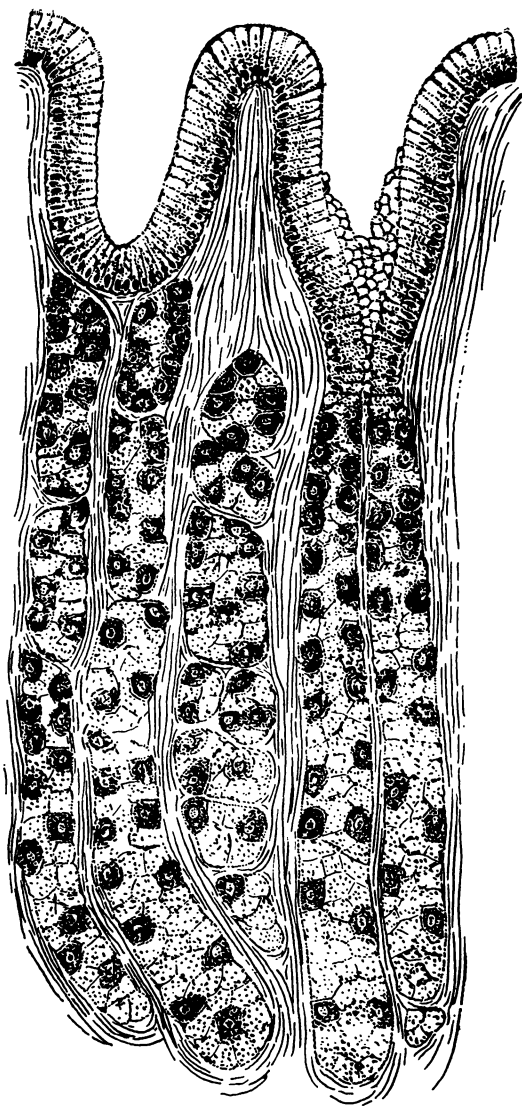
Изучая обкладочные клетки, Гейденгайн, как уже говорилось, приписал им функцию выделения соляной кислоты. Он писал: «...разделение работы обоих морфологических элементов желез области дна на образование кислоты и пепсина впервые было предположено мною» [31, с. 169].

Такому выводу, затем подтвержденному другими учеными, предшествовали кропотливые исследования состава сока на разных стадиях пищеварения и голода и морфологических препаратов сосудистой у разных животных. Гейденгайн указывал также, что открытый О. Гаммарстеном сычужный фермент, по-видимому, тоже образуется в главных клетках.

Следует отметить, что Гейденгайн не анализировал изменчивости желудочного сокоотделения в зависимости от характера пищевых веществ. Так, в статье «Изучение строения желудочных желез» (1878) он описывает огромное число опытов, проведенных на 17 собаках, каждая из которых содержалась на особом рационе (рационы складывались из разных пропорций мяса, овощей, хлеба, жира). Изучались морфологическая характеристика слизистой оболочки желудков этих собак и желудочный сок, но все же Гейденгайн не сделал вывода о приспособительной изменчивости в секреторной деятельности желудка.

### **Кишечник и секреция кишечного сока**

Гейденгайн изучил под микроскопом строение слизистой всех отделов кишечника, и особо строение бруннеровых и либеркюновых желез, в разные фазы состояния пищеварительного тракта: при голоде и на различных этапах кормления. Сок для исследования его химического



*Строение желез дна желудка, в которых Р. Гейденгайн выделил  
главные обкладочные и добавочные клетки  
(рисунок микропрепарата из работы Гейденгайна)*

состава он получил из петли, изолированной по способу Л. Тири<sup>1</sup>.

Гейденгайн приводит данные, добытые Л. Тири и русским исследователем И. Н. Масловым, и приходит к тому же выводу, но подтвержденному собственными опытами: в покое, вне пищеварения, кишечное сокоотделение ничтожно мало.

Раздражая слизистую выведенной кишки механическим путем, а также с помощью электрического тока, Тири, В. П. Доброславин и Маслов отмечали энергичную секрецию. Введение пилокарпина в опытах Маслова (1870) также давало усиленное сокоотделение. В своей работе о пищеварении, помещенной в учебнике Германа, Гейденгайн, говоря о пищеварении в кишечнике, в основном обращается к физиологическим данным, полученным Тири, Масловым и др.

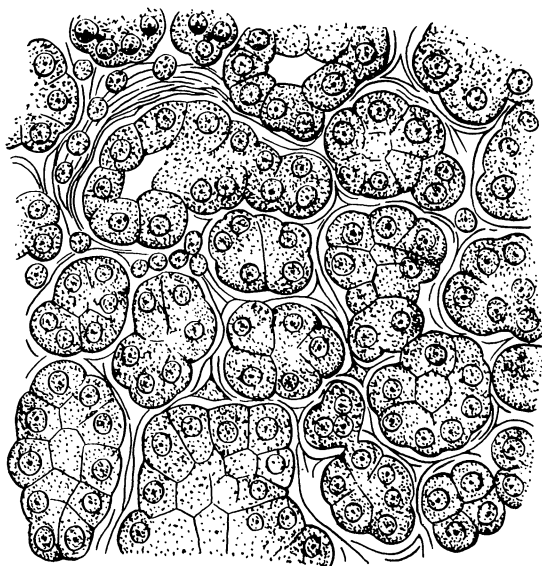
В большей мере, чем секреция в кишечнике, Гейденгайна интересовали процессы всасывания, составляющие главную функцию кишечника. Эта часть пищеварительного тракта сделалась предметом его специальных исследований лишь в связи с всасыванием, о чем будет сказано ниже.

### **Изучение секреции сока поджелудочной железы**

Гейденгайну принадлежало немало морфологических исследований секреторных элементов поджелудочной железы. Однако он нередко ссылаясь и на препараты других авторов, среди которых значительная роль принадлежала, как и при изучении слюнных желез, М. Д. Лавдовскому. Для сопоставления морфологических изменений в железе с количеством и качеством выделяемого железой пищеварительного сока Гейденгайну понадобилось работать с собаками, у которых была подготовлена фистула поджелудочной железы.

---

<sup>1</sup> Английский врач Л. Тири разработал в лаборатории Людвига способ выделения кишечной петли с сохраненной брыжейкой. Петля двумя концами открывалась наружу в кожной ране, и экспериментатор мог в любой момент собрать ее содержимое в условиях хронического опыта.



*Микроскопическое строение околоушной железы  
(рисунок препарата М. Д. Павловского из работы Гейденгайна)*

Эта операция оказалась чрезвычайно сложной. Поджелудочная железа является очень чувствительным, хрупким органом, реагирующим воспалительным процессом на самые, казалось бы, безобидные манипуляции.

Гейденгайн перепробовал различные методики наложения фистулы протока поджелудочной железы и остановился на выведении участка слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки в месте впадения в нее протока поджелудочной железы в кожную рану. (Следует отметить, что в 1879 г. такую операцию начал делать И. П. Павлов, а в 1880 г. независимо от него подобную операцию выполнил Гейденгайн.)

Гейденгайн многократно указывал на трудности, связанные с содержанием и выживанием таких собак, на большой процент гибели экспериментальных животных. «Я должен заметить, — жаловался ученый, — что ни один из вопросов, мною экспериментально изучаемых, не влек за собой столько собачьих жертв» [31, с. 599]. Однако

все же в своих многочисленных опытах он изучил определенные закономерности деятельности железы. Было показано отсутствие секреции вне пищеварения. Установлено, что секрет железы в разных условиях обладает разной консистенцией. Так, по мнению Гейденгайна, функционирует нормальная железа. При длительном сроке работы с фистульным животным у последнего в опытах Гейденгайна развивалась неизменно патология железы, секрет становился однородным. При этом и морфологическая структура железы изменялась, сглаживалась.

Гейденгайн приводит данные С. А. Подолинского\*, говоря, что использование его собственного метода в работе последнего обеспечивало длительное сохранение нормальной жизнедеятельности железы.

При изучении динамики отделения сока Гейденгайн выявил закономерность, которая была уже установлена им в опытах со слюнными железами, обратные соотношения количества выделяемого сока и его концентрации. При раздражении продолговатого мозга повышалась секреция жидкого сока с углекислым натрием, но не повышалось содержание плотного остатка.

Особое внимание Гейденгайн уделил ферментам поджелудочной железы. Ученый широко цитировал работы русских исследователей, указывая, что В. Я. Данилевский и В. В. Папутин, а позже И. Кюне добыли в чистом виде белковый фермент, которому впоследствии Кюне дал название трипсин. Данилевский, пользуясь собственными приемами, выделил жировой фермент. Папутин также предложил свой способ выделения различных ферментов. Гейденгайн придавал особое значение опытам Подолинского, который показал, что трипсин выделяется в неактивном состоянии в виде зимогена. Зимоген трипсина растворяется в глицерине, а в смеси с углекислым натрием активируется. Он нестойк — разрушается кипячением и действием сильных щелочей и кислот, но активируется слабой соляной кислотой. Как видно, Подолинский и сам Гейденгайн «нащупали» в исследованиях факт необходимости активации трипсиногена.

---

\* С. А. Подолинский исследовал действия разных солей на активность поджелудочной железы и написал на эту тему диссертацию [32].

В своей самой большой статье о функции поджелудочной железы Гейденгайн писал, показывая научную прозорливость: «... возможно, что (железой.— С. Ч.) секретруется только зимоген и в этом виде он выделяется из железы и превращается в фермент лишь при переваривании или во время нахождения в пищеварительном канале» [31, с. 626].

Но открытия активатора трипсина не состоялось. Вопрос об активации трипсиногена оставался неразрешенным до тех пор, пока в 1898 г. [33] Н. П. Щеповальников в лаборатории И. П. Павлова не открыл «фермент фермента» — энтерокиназу. Энтерокиназа, содержащаяся в слизистой двенадцатиперстной кишки, способствует превращению трипсиногена в трипсин. Все это было неизвестно Гейденгайну. Постоянное стремление сочетать морфологические исследования с физиологическими экспериментами привело Гейденгайна совместно с Лавдовским к попытке установить самые интимные клеточные механизмы поджелудочной секреции. Они показали преобразование околядерной зоны в железистых клетках: возрастание при активной деятельности и истощение при длительном раздражении секреторных нервов.

Что касается иннервации поджелудочной железы и нервной регуляции секреции, то тут Гейденгайн не получил сколько-нибудь определенных экспериментальных данных.

«Остановку секреции...— писал Гейденгайн,— Афанасьев и Павлов вызывали раздражением различных чувствительных нервов, например нервов кожи» [31, с. 251]. Он приводит также данные Павлова о задерживающем влиянии атропина на сокоотделение у собак и отсутствии такового у кроликов.

«Нервы, возбуждающие отделение, с высокой вероятностью заключают в себе секреторные и трофические волокна, т. е. такие, которые воспроизводят отделение жидкости, и такие, которые производят химические превращения в клетках для целей образования специфических составных частей секрета... Каким образом секреторные нервы управляют происхождением жидкости из лимфатических пространств в протоки через посредство клеток, остается вопросом неразрешенным» [31, с. 265].

## Образование и выделение желчи

Многие ученые внесли вклад в исследование структуры печеночных долек. Русский ученый Андреевич, как считал Гейденгайн, впервые показал, что «желчные и кровеносные капилляры нигде не соприкасаются друг с другом» [31, с. 276].

Большая часть работ, касающихся васкуляризации печеночных долек, принадлежала Купферу. И. Калачевский установил на препаратах связь выростов печеночных клеток с желчными капиллярами. В уяснении соотношений лимфатических пространств и капилляров сыграли роль работы (Э. Флейшля, А. Будге), вышедшие из лаборатории Людвига [34]. Гейденгайн ссылаясь также на работу о структуре печени русского исследователя Киселева. Сам Гейденгайн не занимался детальным изучением строения печени, а в своих физиологических исследованиях исходил из морфологических данных, полученных другими учеными.

Описывая иннервацию долек, Гейденгайн пришел к выводу, что соотношения нервных волокон и клеток еще не выяснены. Пфлюгер считал, что окончания нервов лежат внутри печеночных клеток. Ф. Купфер, И. Краузе, Н. Н. Нестеровский утверждали, что они лишь сопровождают сосуды.

В деятельности печеночных клеток Гейденгайна заинтересовало прежде всего соотношение между секрецией и циркуляцией крови.

Изучая соотношения давления и объема притекающей (по артерии и воротной вене) и оттекающей (по печеночным венам) крови, Гейденгайн пришел к выводу, что секреторная деятельность клеток отличается относительно независимой от условий гемодинамики способностью синтезировать и выделять специфические компоненты желчи.

Анализируя условия циркуляции крови в печени, Гейденгайн придавал большое значение опытам русского физиолога и невропатолога В. А. Беца [35]. Работая у Людвига, Бец очень обстоятельно исследовал различные гемодинамические соотношения в печени при искусственном повышении или понижении давления в разных сосудах.

Гейденгайн специально приводил в своих работах дан-



ные Беца, считая их исходными для собственных экспериментов. Эти данные сводились к следующему:

1) воротная вена — основной источник кровоснабжения для печени;

2) кровь движется по воротной вене, управляясь кишечными сокращениями и дыхательными движениями;

3) чем больше давление желчи, тем меньше воротный кровоток через печень;

4) артериальная кровь течет через печень быстрее, чем при понижении давления в системе воротной вены;

5) при понижении воротного кровотока кровь из печеночных вен вытекает медленнее и застаивается в капиллярах. К этим выводам Беца Гейденгайн добавил свои:

1) образование желчи снижается после кровопускания;

2) уменьшение желчеобразования наблюдается при перевязке воротной вены;

3) при раздражениях чувствительных нервов также наблюдается уменьшение желчеобразования. Некоторое повышение давления в воротной вене стимулирует образование желчи. Значительное повышение давления в воротной вене парализует образование желчи (статья Гейденгайна «Дальнейшие наблюдения, касающиеся секреции желчи», 1868).

Измерение и сравнение давления в желчных путях и капиллярах, проведенное в лаборатории Гейденгайна, показало, что соотношения эти переменны и желчеобразование не может являться просто результатом фильтрации.

Что касается перерезок и раздражения ветвей блуждающего нерва, иннервирующих печень, то эти манипуляции не влияли заметным образом на желчеобразование. (Гейденгайн не разграничивал желчеобразование и желчевыделение.)

Гейденгайн убедился в том, что на желчеотделение влияет заполнение пищей желудка или кишечника. Этот вывод имеет большое значение для клиники, как подчеркивал Гейденгайн. Хроническое переполнение кишечника, постоянные запоры вызывают переполнение желчью печеночных ходов и пузыря и приводят к серьезным нарушениям функции печени. Введение в кровь желчных кислот и их солей, а также некоторых химических

веществ — фосфорнокислого натрия, соляной кислоты, ревения и др. — в опытах Гейденгайна приводило к усиленному выделению желчи. Действие этих веществ в настоящее время хорошо изучено и их желчегонный эффект не вызывает сомнения.

Основным механизмом образования желчи, по представлению Гейденгайна, является активность клеток, получающих вещества и кислород из крови. Скорость течения крови имеет при этом большое значение. «В целом образование желчи мало подчиняется нервным влияниям и в большой степени зависит от химических процессов в пищеварительном тракте» — к такому выводу пришел Гейденгайн. Такой вывод не встречает возражений и в наши дни.

Ученый разошелся с Клодом Бернаром в оценке термopодуцирующей роли печени. Неоднократные измерения температуры печеночной ткани им самим показали, что ее температура не выше температуры других паренхиматозных органов. Гейденгайн писал: «Клод Бернар идет слишком далеко, если он думает видеть в крови печеночной вены абсолютную наивысшую температуру организма». Гейденгайн поручил своим студентам провести анатомическое изучение веса печени и количества выделяемой желчи у разных животных. (Гейденгайн считал целесообразным давать студентам в качестве тем для научно-исследовательских работ не повторение сделанных ранее экспериментов, а разработку новых, неизученных вопросов.) Работу выполнили Е. Фридлиндер и Ф. Барш.

Они впервые показали, что имеется следующая закономерность: чем мельче животное, тем больше желчи на единицу веса выделяет печень и тем относительно веса тела больше вес самой печени.

Животное	Средний вес тела, г	Масса желчи на 1 кг веса в час, г	Соотношение веса печени и веса тела
Овца	23 377	1,109	1 : 53
Кролик	1525	5,0	1 : 33
Морская свинка	518	7,3	1 : 27

Одним из важнейших положений, сформулированным Гейденгайном в результате изучения желчеобразования, как представляется, является положение о саморегуля-

ции процессов образования желчи, ее выделения и кровоснабжения печени. Гейденгайн показал, измеряя давление в сосудах печени, что по мере опорожнения общего желчного протока падает давление в протоках печени и это стимулирует усиленный приток крови в капилляры и выделение клетками печени желчи. С другой стороны, при повышении давления в кровеносных капиллярах печени выделение желчи тормозится. Таким образом, физиологический смысл этого механизма сводится к тому, что поступление в печень с кровью большого количества всасывающихся из кишечника веществ тормозит выработку желчи и дает возможность печеночным клеткам принимать участие в разнообразных химических реакциях, не относящихся к желчеобразованию и связанных с участием печени в обмене веществ.

Расшифровку этих интимных процессов связи желчевыделения и кровообращения в печени можно считать большой заслугой Гейденгайна.

### **Всасывание в пищеварительном тракте**

Интересуясь вопросами механизмов секреции, Гейденгайн, естественно, не мог обойти своим вниманием и процессы противоположной направленности, а именно всасывание. Различным сторонам этого процесса Гейденгайн посвятил ряд статей, написанных в разные годы (1858, 1879, 1893, 1894).

Как и ранее, изучая секрецию, Гейденгайн начал исследовать всасывание с морфологических препаратов, отражающих различное функциональное состояние кишечной стенки. Эти опыты он ставил в разных условиях: при свободном от пищевой массы кишечнике на животном, не получавшем пищи двое или трое суток, и при наполнении кишечника пищевой кашицей того или иного состава.

Общий план постановки опытов по изучению всасывания в кишечнике сводился к следующему. Животному давался наркоз, вскрывалась брюшная полость, и Гейденгайн изолировал кишечную петлю, оставшуюся связанной с брыжейкой. Затем он вводил в петлю определенное количество исследуемого на скорость всасывания раствора. Гейденгайн оставлял этот раствор в кишке

определенное время, затем смотрел, какое количество раствора осталось в кишке по прошествии этого времени.

Он анализировал состав оставшегося раствора и оттекающей лимфы, чтобы установить качественные особенности всасывания различных компонентов. Этим работам предшествовали исследования других ученых. В частности, из лаборатории Людвига выходили работы его учеников, утверждавшие, что всасывание подчиняется физическим законам диффузии и осмоса [36, 37]. Это заставило Гейденгайна уделить особое внимание измерению осмотического давления исследуемых растворов. Осмотическое давление он измерял с помощью криоскопической методики, наследованной от химиков, т. е. по определению точки замерзания растворов. Одновременно измерялось осмотическое давление оттекающей крови и лимфы.

Результаты огромного количества проведенных на разных экспериментальных животных опытов дали Гейденгайну основание утвердиться во мнении, что процесс всасывания неизмеримо сложнее по своим механизмам, чем простой осмос и диффузия, роль которых в механизме всасывания Гейденгайном не отрицалась.

Так, оказалось, что растворы электролитов, осмотическое давление которых было равно осмотическому давлению плазмы крови, всасывались так же хорошо, как и гипотонические растворы. Гипертонические растворы также всасывались, и лишь если их концентрация была очень высокой, они вызывали выпотевание воды из сосудов в полость кишки и всасывались вторично, по истечении определенного времени, когда их разбавление жидкостью, выходящей из сосудов, делало их изоосмотическими плазме крови. (В этом случае всасывание зависело от физического фактора повышенного гидростатического давления разбавленного в кишке раствора.)

Гейденгайн испробовал растворы различных солей и убедился, что, несмотря на их полную изотонию крови, они всасываются неодинаково. Например, в серии опытов, описанных в одной из статей, ученый попеременно вводил в кишечную петлю собаки по 80 мл растворов  $\text{NaCl}$  и  $\text{MgSO}_4$ , приготовленных с таким расчетом, чтобы их осмотическое давление было совершенно одинаковым и равнялось осмотическому давлению плазмы крови животного. В результате раствор поваренной соли, введенный через 25 минут, всосался на 56%, сернокислой

магнeзии — на 6%. Повторение дало следующие цифрy: для поваренной соли — 55%, а для сернокислой магнeзии — 7,5%.

Эксперимент подтвердил избирательность всасывания и относительную независимость этого процесса от физико-химических закономерностей. Опыты подобного рода ставил в лаборатории Гейденгайна и русский исследователь Г. И. Гумилевский [38].

Не довольствуясь опытами с электролитами, Гейденгайн вводил в кишечную петлю растворы различных органических веществ. Они также обладали индивидуальными особенностями проникновения через слизистую кишечника. Изучалось и всасывание сыворотки крови собаки в ее кишечнике. Всасывание в этом случае происходило очень интенсивно, хотя исследования показали полное совпадение химического состава и осмотического давления содержимого кишечной петли и сыворотки крови животного. В последнем случае осмотический механизм всасывания полностью исключался. Гейденгайн рассматривал всасывание как универсальное свойство, присущее многим тканям.

Для сопоставления всасывания в различных областях тела В. Н. Орлов под руководством Гейденгайна изучал всасывание веществ, введенных в полость брюшины [39]. Оказалось, что и брюшина обладает активной способностью всасывать растворы органических и неорганических веществ, причем это всасывание в определенной степени подчинялось законам осмоса, но могло осуществляться и против осмотических сил. Изотонические вещества всасывались серозной оболочкой так же активно, как и гипотонические.

Гейденгайн прибегал к специальным приемам нарушения жизнедеятельности кишечной стенки, в частности обрабатывая ее фтористым натрием, и убедился, что после этого в процессе всасывания начинают преобладать более простые физико-химические механизмы.

Изучение структуры кишечной стенки в разные периоды всасывания дало возможность Гейденгайну видеть изменения протоплазмы клеток при всасывании, ширины межклеточных промежутков и т. д.

В работе «Всасывание жира» (1858), ссылаясь на литературные источники (Биддер, Брюкке, Келликер) и приводя свои морфологические данные, Гейденгайн

говорил о сложных структурных связях между эпителиальными клетками и лимфатическими пространствами подслизистой оболочки, врастающей канальцами в основания клеток. Он наблюдал капельки жира, всасывающегося через протоплазму клеток и проходящего в лимфатические капилляры, через специальные канальцы. В выводах к статье Гейденгайн писал: «Читатель, который не поленится просмотреть мои многочисленные таблицы, увидит, что кишечная стенка обладает собственными избирательными свойствами. Именно кишечный эпителий играет в этом основную роль». Гейденгайн подчеркивал, что эпителий имеет межклеточные промежутки и, по-видимому, диффузия происходит через эти промежутки, за счет этих межклеточных пространств осуществляются чисто физические и физико-химические процессы, являющиеся компонентами всасывания. Клеткам же в акте всасывания принадлежит активная роль. Каждая клетка представляет собой как бы самостоятельный насосик, деятельность которого активна, но механизмы ее остаются для нас неизвестными.

На протяжении почти 20 лет Гейденгайн систематически занимался изучением пищеварения, не оставив без внимания ни один из отделов пищеварительного тракта. Главной чертой его работ была комплексность применяемых методов исследования, чего не было, например, в лабораториях Людвига. Хотя там и выполнялось много работ по физиологии, биохимии и микроскопической анатомии пищеварительного тракта, они мало координировались одна с другой.

У Гейденгайна комплексной была каждая серия работ. Данная пищеварительная железа изучалась морфологически в покое (в статике), а затем в период активности (в динамике). Исследовался ее секрет — здесь уже на первый план выступали химические методики. Кроме того, проводилось определение осмотического давления секрета. Для получения секрета во многих случаях ставились хронические эксперименты на предварительно прооперированном животном (выполнялись операции наложения фистул некоторых отделов пищеварительного тракта, изолированного желудочка).

Кроме этого, Гейденгайн в каждой серии опытов использовал классические физиологические приемы: перерезку и раздражение тех или иных нервов, иннервирую-

щих органы пищеварения, а также раздражения соответствующих нервных центров.

Следует подчеркнуть, что в пищеварительном канале он видел главным образом клеточные структуры огромной площади и протяженности, выделяющие и всасывающие те или иные вещества, видел живые слои клеток, выполняющих свои специфические функции. Гейденгайн интересовался активной деятельностью клеточных элементов желез, клеток слизистой оболочки пищеварительного тракта. Может быть, благодаря такому фокусированию интересов ученый «проглядел» физиологию отдельных органов пищеварительной системы, не осветил закономерностей регуляции их деятельности.

Итак, занимаясь способностью клеток секретировать и всасывать, Гейденгайн обратился к другой системе живого организма, в которой нашел те же способности клеточных элементов секретировать и всасывать. Он стал изучать функцию почек. В этом проявилась строгая логика программы исследователя, хотя внешне, казалось бы, не так уж много общего между пищеварением и выделением.

Представления о механизмах образования мочи в почках возникали первоначально в связи с морфологическими находками. Так, М. Мальпиги в 1666 г. описал микроскопическую картину коркового и мозгового веществ почки. Столетием позже детальный анализ морфофункциональной организации структурных элементов почки был проведен русским ученым Александром Михайловичем Шумлянским (1748—1795), уроженцем Полтавской губернии. Получив диплом врача, он был послан совершенствоваться в Страсбург, где работал у виднейших профессоров того времени. Здесь же он защитил диссертацию о структуре почек, которая была высоко оценена специалистами.

Молодой ученый применял оригинальные методики окрашивания ткани почек с использованием инъекции смол в условиях вакуума. Он описал строение клубочков, капсулы, окружающей клубочек, системы канальцев [40]. Не ограничиваясь описанием структуры почек, Шумлянский высказал предположение о роли этих структурных элементов в образовании мочи.

Особенно быстро стали накапливаться факты о деятельности почек в XIX столетии. Здесь на помощь микроскопическим исследованиям пришли физика и химия. Без этих наук представления о мочеобразовании, так же как и о пищеварении, развиваться не могли. Лишь когда ученые в достаточной степени изучили состав мочи, сопоставили его с составом плазмы крови, стали складываться представления о механизмах образования мочи в почках.

В 1842 г. почти одновременно и независимо друг от друга двое ученых выступили с теориями образования мочи. Один из них был английский врач Уильям Боумен



(1816—1892), другой — Карл Людвиг. Боумен описал соотношения между клубочком, капсулой, канальцем. При этом он ссылаясь на работу Шумлянского и повторил только то, что было уже прежде открыто, доказано и изображено нашим соотечественником А. М. Шумлянским (в конце прошлого столетия) [41, с. 399].

В своем понимании механизмов образования мочи Боумен сделал значительный шаг вперед: он дал описания фильтрации воды и солей из крови клубочков в капсулу. Органические составные части мочи, по его мнению, секретировались стенками канальцев [42].

Работы Людвиг, касающиеся почек, принадлежали к числу самых ранних. Они складывались поначалу из микроскопических исследований, проводимых у Адольфа Фика в Марбурге. Следует сказать, что физиологией выделения Людвиг не переставал заниматься на протяжении всей своей жизни. Он много писал о почках сам [43—45], а также вместе с многочисленными учениками. В частности, его ученик петербургский физиолог К. Н. Устимович, который в дальнейшем занимал кафедру физиологии в ветеринарном отделении Военно-медицинской академии, защитил диссертацию на тему «Экспериментальные исследования теории мочеотделения».

Излагать все данные, полученные Людвигом и его учениками, касающиеся механизмов образования мочи, не представляется возможным. Если же говорить коротко, то сущность образования мочи Людвиг видел в физических и химических процессах, происходящих в почках. Он представлял себе, что основой образования мочи является фильтрация крови в клубочках. Фильтруются плазма и различные ее компоненты. Проходя по системе канальцев, вода и соли подвергаются обратному всасыванию.

В процессах мочеобразования при этом принимают участие силы гидростатического и осмотического давления, вступающие друг с другом во взаимодействие различного характера в различных частях нефрона — структурной единицы почки.

В таком виде теория образования мочи дошла и до Гейденгайна, когда в 70-х годах он начал проводить свои опыты с почками. В результате в 1883 г. им была выдвинута новая теория мочеобразования. Работы Гейденгайна по физиологии выделения явились логическим продолже-

нием изучения свойств клеточных мембран, связанных с секрецией и проницаемостью. Как постоянный приверженец микроскопических исследований Гейденгайн провел много серий опытов по гистологическому изучению почек разных животных в разном состоянии.

В работах Гейденгайна, касающихся анатомии почек, дается чрезвычайно обстоятельная сравнительно-анатомическая характеристика структуры разных отделов нефрона (Гейденгайн еще не употреблял этого термина) у различных животных. Он охарактеризовал особенности строения эпителия извитых канальцев у птиц, лягушек и многих млекопитающих. На собственных препаратах Гейденгайн впервые констатировал исчерченность в клетках канальцевого эпителия, названную им палочками. Этой исчерченности ученый придавал решающее значение в секреторной активности клеток. При этом Гейденгайн подчеркивал, что его интересует морфология не как описательная наука, а как подспорье в физиологических исследованиях.

Говоря о строении вставочных отделов, Гейденгайн приводил данные русского ученого В. Шаховой: «Девиза Шахова изображает еще две формы эпителиальных клеток». «Ствольные клетки», описанные В. Шаховой, признает и сам Гейденгайн, но «грибовидных клеток» он не наблюдал [46]. Описывая кровоснабжение почек, Гейденгайн часто ссылаясь на данные, полученные в лаборатории Людвиг русскими исследователями Ф. Н. Заварыкиным, А. Е. Голубевым [47, 48] и др.

Подобно другим ученым, Гейденгайн рассматривал образование мочи как результат двух процессов: клубочкового диуреза (отделения мочи) и канальцевого диуреза.

Людвиг в своей теории образования мочи исходил из того, что в клубочках за счет разницы давления крови и давления в капсуле фильтруется вода с составными частями мочи. С увеличением и уменьшением давления в клубочке фильтрация соответственно растет или снижается. Гейденгайн трактовал эксперимент Людвиг по-своему, утверждая, что выхождение воды из клубочков в капсулу зависит в первую очередь от скорости кровотока, а не от давления крови в клубочке. Он опирался на собственные опыты, в которых пережатие вены прекращало фильтрацию, хотя при этом давление в клубочке должно было явно повышаться.

Гейденгайн показывал «слабые стороны» теории фильтрации, утверждая, что потребление большого количества воды, не повышая кровяного давления, все же усиливает мочеобразование. В этом вопросе он ссылается на известную работу Павлова, напечатанную на немецком языке, в которой приводились опыты с измерением кровяного давления при введении в желудок больших порций воды. Павлов установил, что кровяное давление очень стабильно и не изменяется при введении воды.

Учитывая все это, Гейденгайн предположил, что клетки капсулы не являются простыми фильтрами для плазмы крови, а, активно захватывая из капилляров воду с растворенными в ней веществами, выделяют их в канальцы. Чем быстрее течет кровь, тем больше воды они могут из нее захватить и выделить в капсулу и далее в канальцы и соответственно тем сильнее диурез.

Общий вывод Гейденгайна был таков: «Отделение воды в почках основывается на активной деятельности клеток клубочковых сосудов, а мера этой деятельности будет определяться количеством крови, пропитывающей эту клетку в единицу времени... Процессы в живых клетках везде без исключения выступают как объект, к исследованию которого прежде всего должны быть обращены средства химии и физики, ибо вообще именно клетка является посредницей отделения» [31, с. 429].

Особое внимание в своих опытах Гейденгайн уделял изучению процессов, протекающих в канальцах, — канальцевому диурезу. По мнению Людвига, эти процессы сводились к физическим явлениям — реабсорбции воды и растворенных в ней веществ.

Для исследования канальцевых процессов Гейденгайн вводил краски в кровь или лимфу и наблюдал под микроскопом степень окрашивания канальцевых клеток и интерстициальной ткани (принималась во внимание и окраска мочи).

Было проведено много серий экспериментов, в которых использовались различные краски, соли и т. д. Так, Гейденгайн вводил в кровь животному — собаке, кошке, кролику и др. — раствор индиго-сернокислого синего (безвредного красящего вещества). Животное убивали через различные отрезки времени после введения — от 15—20 минут до суток. Затем извлекались почки, и из них готовились срезы, которые рассматривались под мик-

роскопом. Концентрации растворов видоизменялись. В ряде опытов введение краски производилось многократно, до полного «насыщения» крови, когда в результате окрашивались и все ткани животного.

Гейденгайн убедился, что введение краски в небольшой концентрации приводило лишь к окрашиванию аппарата «палочек» в эпителии извитых канальцев. Капсулы и петли Генле не были окрашены. Повышение концентрации краски приводило к тому, что окрашивалась вся плазма клеток извитых канальцев и собирательных трубок и начинали появляться следы краски в эпителии петель Генле. Далее, если раствор вводимой краски был еще более концентрированным, краска включалась и в состав ядер клеток эпителия. При особенно высокой концентрации в конце концов окрашивались и клетки капсулы.

Такая последовательность убеждала Гейденгайна в том, что роль фильтрации веществ в капсулу из клубочка второстепенна, а секреторная активность клеток капсулы ничтожна. Основную же секреторную функцию в почке выполняет эпителий канальцев, который специализирован в своей структуре для подобного рода секреторной функции.

Дальнейшая модификация опытов проводилась Гейденгайном с целью показать второстепенную роль фильтрации в мочеобразовании. Для этого опыты с вводимой краской ставились в условиях перерезки спинного мозга. Как известно, перерезка спинного мозга приводит к резкому падению давления крови в сосудах тех областей тела, которые расположены ниже места перерезки.

Естественно, что падение кровяного давления приводило к прекращению мочеотделения (анурии). Это обстоятельство, однако, не смущало Гейденгайна. Если Людвиг рассматривал причину анурии при падении давления крови как результат прекращения фильтрации, то Гейденгайн нашел другое объяснение: падение давления приводит к замедлению или остановке кровотока через почки. При этом клетки эпителия перестают получать достаточно кислорода для активности и не снабжаются веществами, необходимыми для секреции мочи.

В условиях такой почки, не имеющей полноценного кровоснабжения, Гейденгайн вводил животным краску (в кровяные, или в лимфатические сосуды почек) и наблюдал, что все-таки краска появляется в эпителии по-

чечных канальцев. Эти опыты еще больше убедили Гейденгайна в том, что образование мочи в почках — в основном секреторный процесс.

Делались и другие опыты. Гейденгайн перевязывал мочеточники, и отток мочи из почек прекращался. По представлениям Людвига, это должно было остановить фильтрацию, как только повышенное внутрипочечное давление сравнивалось с гидростатическим давлением крови в мальпигиевых клубочках.

Гейденгайн вновь вводил краску. Несмотря на то что в почках развивалось значительное давление и они выглядели отекавшими и раздувшимися, как оказалось, и в таких почках после введения краски наблюдалось окрашивание почечного эпителия и мочи.

Гейденгайн пришел к убеждению, что при изменении сил фильтрации любыми способами, а также при изменении условий гемодинамики в почке эпителий ее тем не менее не утрачивает своей основной роли — секреции и выведения из крови различных веществ. На основании таких опытов Гейденгайн и делал выводы о механизмах мочеобразования. Вот их сокращенное изложение.

1. Повышение давления крови не увеличивает диуреза, как в равной мере не увеличивает и слюноотделения и других видов секреции.

2. Капсула выстлана эпителием, а последний представляет собой большое препятствие для фильтрации в физическом смысле слова.

3. При венозном застое диурез не возрастает, как можно было ожидать исходя из теории фильтрации.

4. Фильтрация не может объяснить, почему прибавление в крови мочевины увеличивает диурез.

Несостоятельность фильтрационной теории заключается в следующем. Для выделения через почки мочевины, содержащейся в моче, должно фильтроваться 70 л жидкости, что, по мнению Гейденгайна, «превышает все мыслимые границы». Предположение Людвига о высоком содержании мочевины в фильтрате в самой капсуле не выдерживает критики с точки зрения самой гипотезы Людвига.

Основываясь на своих опытах и анализе данных своих предшественников, Гейденгайн сформулировал отправные положения собственной теории мочеобразования.

1. Отделение мочи основано на активной деятельности секреторных клеток.

2. Клетки капсулы секретируют воду и соли.
3. Канальцевые клетки секретируют все составные части мочи, а иногда и добавочную воду.
4. Обратное всасывание ряда веществ в канальцах происходит за счет активной роли клеточных элементов канальцевого эпителия.

5. Секреция зависит от состава крови — количества «материала для секреции» и скорости течения крови, снабжающей кислородом активные клетки.

Итак, наряду с фильтрационной теорией, выдвинутой Людвигом в 40-х годах, сформировалась новая секреторная теория мочеобразования Гейденгайна. Интересно, что оба автора стояли на ортодоксальных позициях и каждый из них отрицал механизмы, описанные другим.

XX век принес новые методики, позволяющие пролить свет на механизмы образования мочи, которые Людвигом и Гейденгайном описывались нередко лишь на основании косвенных данных.

Английский врач А. Ричардс пунктировал капсулу нефрона и сопоставил состав «провизорной» мочи капсулы с «дефинитивной» — окончательной мочой. Это позволило судить о сущности канальцевого диуреза. Американский фармаколог А. Кешни выдвинул «фильтрационно-реабсорбционную» теорию мочеобразования. Наконец благодаря использованию современных методик исследования почек, в частности тестов с изотопами и т. д., сформировался взгляд на механизмы мочеобразования, которого придерживаются в наши дни. В новую теорию вошли выводы Людвига и Гейденгайна.

Оказалось, что в клубочковом диурезе решающую роль играют процессы фильтрации, зависящие от фильтрационного давления (разности гидростатического давления крови и суммы онкотического и внутривисцерального давления). Здесь, несомненно, высказывания Людвига во многом подтвердились.

Сложнее оказались механизмы канальцевой секреции. Доказано, что вещества реабсорбируются в канальцах при участии физических механизмов — разности осмотического давления содержимого канальцев и давления крови в капиллярах, оплетающих эти канальцы. (Следует подчеркнуть, что значение повышенного осмотического давления содержимого канальцев для повышения диуреза было показано еще Устимовичем в лаборатории Людвига

в опытах с введением мочевины, нашедших отражение в его диссертации.) Но этот осмотический механизм, с помощью которого идет реабсорбция воды, далеко не единственный. Стенка канальцев представляет собой сложнейшую биологическую мембрану с избирательной проницаемостью, в которой действуют специальные ферментативные системы, обуславливающие активную реабсорбцию веществ (так, например, реабсорбируются ионы натрия, калия, глюкозы и т. д.) [49].

Таким образом, реабсорбция зависит не только от диффузии и осмоса, но и от биологических процессов в живых клетках, которые Гейденгайн всегда считал решающими. Наконец доказано, что процесс, обозначаемый как секреция — активное выделение эпителием в полость канальца ряда веществ, также имеет место. В полость канальца постоянно выделяются ионы водорода и калия, а также аммиак, гиппуровая кислота и т. д.

Интересно отметить, что в эволюционном ряду соотношение фильтрационных и секреторных механизмов изменяется. У низших животных с клубочковой почкой (имеется в виду почка, клубочковый аппарат которой не развит), например, образование мочи идет почти целиком за счет секреции компонентов мочи клетками эпителия; у высших — процессы секреции в том виде в каком их представлял себе Гейденгайн, отступают на второй план.

Таким образом, комплексная теория образования мочи в значительной степени объединила представления Гейденгайна и Людвига об этом процессе, одновременно вскрыв сложнейшее сочетание и взаимодействие физико-химических механизмов.

Если оценить значение работ Гейденгайна по физиологии почек с точки зрения их общей направленности, то бросается в глаза, что и в этой серии работ Гейденгайн интересовался не столько физиологией почки как органа и ее ролью в балансировании водно-электролитного равновесия, сколько свойствами эпителиальных стенок, составляющих почечные канальцы. В этом плане его работы по пищеварению и физиологии почек представляют собой единый фронт исследований свойств живых клеточных мембран. Отсюда кажется вполне естественной и логичной новая серия опытов, предпринятая ученым в поздние годы и прерванная лишь его смертью. Эта серия посвящалась изучению лимфообразования.

## Работы, посвященные механизмам лимфообразования

---

Лимфа и лимфатические сосуды были описаны учеными несколько столетий назад. В XVII в. Г. Аселлиус составил описание лимфатической системы собак. Ч. Пике выделил лимфатическую систему человека. Однако эти описания были фрагментарными. Представление о лимфатической системе было расширено работами О. Рудебека и Т. Бартолиниуса, но лишь к концу XVIII в. анатомическая картина лимфатической системы оказалась полностью понятой учеными. И. Рушняк в своей монографии «Физиология и патология лимфообращения» [50] приписывал большое значение в развитии представлений о лимфатической системе работам некоторых русских ученых, выполненным большей частью в лаборатории К. Людвига. К их числу относились Ф. Н. Заварыкин, И. М. Догель, М. И. Афанасьев и др.

Что касается механизмов лимфообразования, то до середины XIX в. не существовало настоящей концепции, которая объяснила бы эти механизмы, хотя многие ученые имели свои определенные взгляды на происхождение лимфы.

Середина XIX в. характеризовалась отходом от общих рассуждений о функциях организма и становлением физико-химического направления в физиологии. Как уже говорилось, большая роль в этом принадлежала К. Людвигу. Его ученики интенсивно работали, исследуя лимфообразование и лимфообращение [51—53]. В результате появилась концепция, которая претендовала на исчерпывающее объяснение механизмов лимфообразования. Она была выдвинута самим Людвигом.

Ученый рассматривал образование лимфы как процесс, целиком основанный на физических и химических



закономерностях перемещения растворов через полупроницаемые мембраны. Фильтрация, осмос, диффузия — вот что, по мнению Людвига, обуславливает соотношение лимфы и крови и образование лимфы из крови.

К тому времени, когда Гейденгайн стал изучать механизмы лимфообразования, фильтрационная теория считалась непогрешимой и поддерживалась почти всеми физиологами. Переход Гейденгайна к вопросу о механизмах лимфотока был вполне логичен и подготовлен всей цепью его предшествующих исследований, в которых ученого интересовали секреторные и выделительные процессы.

В своей небольшой книжке, названной «Учение о лимфообразовании» (1881), Гейденгайн излагает последовательно и очень подробно все то, что было известно о механизмах образования лимфы до него, описывает свои собственные опыты, наконец, выступает с новой теорией образования лимфы, противопоставляя ее существующей теории фильтрации.

Прежде всего Гейденгайн оценил соотношения между кровью, лимфой и тканями. Он выдвинул собственную классификацию, считая, что имеется лимфа, происходящая из крови, и лимфа, происходящая из тканей. Как показали К. Людвиг и его ученики, лимфатические сосуды берут начало в тканях, в межклеточных пространствах. Эти пространства непосредственно граничат со специфическими тканевыми элементами, будь то мышечные волокна, клетки печени или нервные клетки.

Вода и растворенные в ней составные части плазмы фильтруются в эти промежутки из капилляров. Клетки тканей, в свою очередь, дают определенные химические вещества непосредственно в лимфу.

Казалось бы, лимфа должна быть посредником при снабжении тканей из капилляров белками, жирами, углеводами, а также солями. До Гейденгайна ученые исходили из допущения, что из крови в лимфу поступает столько веществ, например белка, сколько потребляется данным органом.

Гейденгайн считал, что это положение можно проверить путем расчета. Необходимо только выбрать такой орган, который удастся проконтролировать на основании выделяемого им вещества. Таковым может служить какая-либо железа. Гейденгайн остановил свой выбор на молочной железе коровы. Коровы, дающие 25 л молока

# ФИЗИОЛОГІЯ

## ОТДѢЛИТЕЛЬНЫХЪ ПРОЦЕССОВЪ.

Проф. д-ра Р. Гейденгайна въ Бреславль.

ВОСЬМОЙ ОТДѢЛЪ.

Проф. д-ра Б. Люкзингера въ Бернѣ.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

Проф. А. Я. ЩЕРБАНОВА въ Казани.

*Титульный лист части учебника по физиологии*

в сутки, теряют 1000 г белка (учитывая, что молоко содержит 4% альбумина). Следовательно, столько же белка железа должна получить из лимфы. Лимфа коровы содержит 2,5% белка. Чтобы получить 1000 г белка для своей

секреции, молочная железа должна пропустить и освободить от белка 40 000 мл лимфы в сутки. Если учесть, что железа не может извлечь весь белок из протекающей через нее лимфы, то понятно, что количество протекающей лимфы должно быть еще больше. Эта цифра во много раз превышает истинный объем лимфы, протекающей через железу.

Если подобный пересчет произвести для собаки, то также получатся цифры, намного превышающие истинное снабжение лимфой железы. Количество лимфы, омывающей различные органы, определяли неоднократно в лаборатории Людвига. Например, из грудного протока собаки весом 10 кг выделяется 60 мл за 24 часа (данные Завильского). У Гейденгайна в экспериментах получалась сходная цифра — 64 мл. Правда, она в 10 раз меньше той, которая должна была бы соответствовать вытеканию лимфы, если количество ее вычислять по отдаваемому железам белку. Интересно отметить, что работа органа, в общем увеличивающая интенсивность лимфотока по сравнению с состоянием покоя, все же не может увеличить его настолько, чтобы он превысил лимфоток в покое в 10 раз. Увеличение лимфотока у коровы в зависимости от двигательной активности, по данным Колина, не превышало 20%.

Есть также данные, говорящие о том, что количество лимфы, образующейся из капилляров, ни в коей мере не связано с количеством лимфы, оттекающей от органов.

Гейденгайн обращал внимание на закономерности учения о растворах и полупроницаемых мембранах, говоря, что прохождение веществ через мембраны осуществляется лишь в тех случаях, когда растворы неравноценны по концентрации содержащихся в них компонентов.

Как же применить эти закономерности к соотношению между кровью и лимфой? — спрашивал Гейденгайн. Составляющая кровь и лимфу плазма, как показывают исследования многих авторов, идентична по составу компонентов. В крови выше лишь содержание белков. В этих условиях нельзя предположить наличие поступления лимфы в капилляры путем диффузии.

Все указанное подтверждает, как полагал Гейденгайн, то обстоятельство, что простыми физико-химическими закономерностями фильтрации и диффузии нельзя объяс-

нить образование того количества лимфы, которое имеет место в действительности, будучи определено в опытах на собаках и других животных.

Гейденгайн подчеркивал, что разные органы потребляют из лимфы различные вещества, количества их также различны. Физико-химические закономерности же, выражающиеся в условиях диффузии и осмоса, не могут определить всю полноту такой разницы.

Никто из ученых не наблюдал и не доказал соответствия между количеством воды, покидающим сосудистое русло, и количеством потребляемых из нее данной тканью плотных веществ. Есть данные, говорящие о том, что отток лимфы от покоящейся конечности ничтожно мал. Однако мышца и в состоянии покоя должна снабжаться питательными веществами.

Мало лимфы оттекает и от головы независимо от интенсивности нервных процессов. Приведя все эти примеры, Гейденгайн приходит к выводу, что интенсивность лимфотока не имеет связи с количеством поглощаемых тканями веществ. Лимфоток можно скорее рассматривать как способ дренирования тканей и нормализации повышающегося в отдельных органах или тканях гидростатического давления.

Все приведенное выше, как считал Гейденгайн, можно было принять за свидетельство недостаточности гипотезы диффузии для объяснения всех сторон физиологии лимфотока и лимфообразования. Возникла необходимость дополнить известные механизмы, имеющие физико-химический характер, другими, как полагал Гейденгайн секреторными, механизмами, присущими только живым клеткам и тканям.

Ответы на вопросы, касающиеся объема и механизмов секреции, доказательства наличия этих механизмов и составили следующие главы книги Гейденгайна.

### **Образование лимфы из крови**

Согласно представлениям, сформированным в лаборатории Людвига, лимфу принято считать фильтратом крови. Эти данные были получены учениками Людвига В. Томса и В. В. Пашутиным [52, 53]. Они показали, что лимфоток зависит от разности между давлением крови в капиллярах и давлением межклеточных пространств.

Чем больше эта разность, тем больше лимфы оттекает от данного участка ткани.

Пашутин ставил опыты с перевязкой вен конечностей и доказал, что при застое крови, наступающем в результате перевязки, отток лимфы от конечности возрастает.

Необъяснимыми с точки зрения фильтрационной теории оказались появление при этом в лимфе эритроцитов и, главное, уменьшение содержания в лимфе белков.

Гейденгайн, указав на эти предварительные данные других авторов, приступил к собственным экспериментам.

### Зависимость лимфотока от давления в аорте

Прежде всего Гейденгайн ставил на собаках эксперименты, имевшие целью выяснить, как изменения гемодинамики влияют на образование лимфы. В сонную артерию вводился катетер. Конец его проникал в аорту, и миниатюрный баллон, которым оканчивался катетер, раздувался введением в него воды. Кровообращение в аорте, таким образом, перекрывалось частично или полностью. Контролем служило прямое измерение кровяного давления в бедренной артерии.

Проводились наблюдения над вытеканием лимфы из предварительно отпрепарированного грудного протока. Оказалось, что вообще нет параллелизма между лимфотоком и уровнем кровяного давления. Так, при полном перекрытии аорты лимфоток продолжался еще час или два.

Качество лимфы при перекрытии кровообращения изменялось определенным образом. По мере уменьшения кровотока лимфа сгущалась, но интересно, что при этом свертываемость ее уменьшалась. Такие разнонаправленные изменения свойств лимфы непонятны с позиций фильтрационной теории.

Гейденгайн считал, что лишь измененным характером секреции легко объяснить то, что разные компоненты лимфы претерпевают различные изменения, что несомненно не может быть вызвано только физическими, точнее механическими, факторами.

Интересно отметить также, что в некоторых случаях при увеличении скорости вытекания лимфы, вопреки ожиданиям, концентрация содержащихся в ней веществ не понижается, а повышается. Это явление также нельзя объяснить с точки зрения простой фильтрации. Гейден-

гайн изучал и влияние на лимфоток изменений венозного кровотока.

Ученый повторил опыты Эммингаузена, показавшего, что при застое крови лимфа содержит больше форменных элементов, но становится беднее органическими составными частями. Он перевязывал у собаки воротную вену, что вызывало резкое расширение всех сосудов брюшной полости. Артериальное давление понижалось. И в этом случае лимфа из грудного протока вытекала в большом количестве, с низким содержанием белка. Гейденгайн далее уменьшал баллоном кровоток в аорте и, несмотря на это, увидел повышение вытекания лимфы.

При одновременном перекрытии кровотока в аорте и зажатии воротной вены сосуды кишечника не переполнялись кровью. Неожиданными оказались данные по количеству и составу лимфы в условиях этих опытов.

После раздувания баллона в полой вене в опытах Гейденгайна аортальное давление также падало. Лимфа начинала вытекать из грудного протока скорее, чем при пережатии воротной вены, хотя в последнем случае капиллярное давление в кишечнике росло больше.

При этом лимфа краснела от проникания в нее эритроцитов. Значительно меньше краснела лимфа при пережатии полой вены. Обеднение лимфы белками наблюдалось лишь при пережатии воротной вены, однако при пережатии полой вены, наоборот, лимфа становилась богаче белками. Свертывание лимфы также изменялось. В опытах Гейденгайна лимфа свертывалась в норме за 10 минут. При пережатии нижней полой вены свертывание резко понижалось и время свертывания увеличивалось.

Наблюдения изменения процентного содержания плотных веществ в лимфе при падении кровяного давления в результате пережатия полой вены показывали в опытах Гейденгайна следующее:

Давление в артерии голена, мм рт. ст.	Содержание плотного остатка лимфы, %
136	6,11
50	6,96
25	8,02
42	6,81
60	6,08
16	7,67

Эти цифры констатируют увеличение процентного содержания растворенных в лимфе веществ при падении давления крови.

Обсуждая полученные данные, Гейденгайн указывал, что вообще не вызывает сомнений способность мембраны, в данном случае сосудистой стенки, профильтровать при определенных соотношениях давлений воду из крови в ткани, но что фактически дело обстоит сложнее.

Если допустить, что лимфообразование — результат фильтрации, то при ускоренной фильтрации концентрация веществ в фильтрате должна была бы уменьшаться, а при замедленной — повышаться.

Действительно, при перевязке воротной вены количество лимфы нарастало, а процент белков в ней снижался. Однако лимфа становилась более насыщенной эритроцитами. С точки зрения простой фильтрационной теории можно было бы ожидать, что повышение проницаемости сосудов для эритроцитов приведет и к повышенному выхождению белков.

Тот факт, что лимфоток не прекращается после перекрытия одновременно и полостей вены и аорты, когда кровяное давление приближается к нулю, говорит о недостаточности фильтрационной теории для объяснения механизмов лимфообразования.

### **«Лимфогога» и их действие**

В ходе опытов Гейденгайн испытывал действие различных веществ на лимфообразование. Вещества, вызывающие усиление лимфотока, Гейденгайн назвал «лимфогога». Этот термин он избрал по аналогии с терминами, относимыми к другим системам: так, диуретиками называют вещества, усиливающие диурез, «холегога» — вещества, усиливающие желчеобразование.

«Лимфогога» Гейденгайн поделил на два класса веществ, усиливающих лимфоток. Одни из них, по его мнению, действуют на кровообращение, другие — на клетки, стимулируя их секреторные свойства.

Какие же вещества стимулируют выход лимфы из сосудистого русла — образование ее из крови?

К таким веществам Гейденгайн относил экстракты из мышц раков, головы и тела пиявок, из кишечника и почек собак, пептон, куриный белок.

Несмотря на различие в составе перечисленных веществ, все они одинаково обладают лимфогонным действием. Усиление лимфотока длится более часа после введения какого-либо из этих веществ. При этом лимфа первоначально приобретает беловатый цвет, а затем снова светлеет. Свертываемость ее снижается, иногда же лимфа полностью утрачивает способность свертываться. Солевой ее состав не изменяется, но содержание белков временно повышается.

Поскольку все экстракты вводились в кровь в водном растворе объемом 30—60 мл, для контроля другим собакам вводилось столько же воды или физиологического раствора без каких бы то ни было биологически активных веществ. Эти растворы не вызывали повышения лимфообразования.

Следует отметить, что инъекция «лимфогога» иногда вызывала побочные явления: учащение дыхания, перистальтику кишечника. Однако сами по себе эти явления не могли служить причиной усиленного лимфообразования. Чтобы доказать это, Гейденгайн для контроля вводил пилокарпин. Это вещество вызывало интенсивную перистальтику, но она не сопровождалась усилением лимфообразования.

В опытах Гейденгайна введение лимфотока сопровождалось взятием крови и лимфы для анализа через 10-минутные промежутки. При этом определялись количество сухого остатка, белка, свертываемость того и другого. Анализы показали динамику изменений состава крови и лимфы и позволили сделать вывод, что после инъекции из крови в межтканевые пространства выходит плазма и это повышает лимфоток. Однако при этом лимфа обогащается белками. Последнее обстоятельство нельзя объяснить с позиций фильтрационной теории.

Использование экстракта из мышц рака для Гейденгайна не было случайностью. Он обратил внимание на то, что у некоторых людей после употребления в пищу раков возникает отек. Это и дало основание полагать, что в раках имеется вещество, влияющее на выход воды из сосудистого русла.

Гейденгайн ставил специальную серию опытов на собаках, показывающих взаимосвязь кровяного давления и лимфообразования при внутренней инъекции экстракта из мышц рака. Приведем данные одного из таких опытов. Фон



составляло давление 129—165 мм Нг при лимфотокe 0,5 мл в минуту. Измерение кровяного давления после инъекции 10 мг порошка из высушенных мышц рака в виде отвара показало, что лимфоток повысился до 1,66 мл в минуту при тех же пределах колебания давления. Кроме того, в лимфе повысилось содержание органических веществ по сравнению с ее составом до опыта.

Невольно напрашивается мысль, что лимфа образовалась не в результате действия сил фильтрации, а в связи с повышением интенсивности секреторной деятельности клеток периферических капилляров.

Можно сопоставить это с фактом, установленным Гейденгайном ранее в работах по физиологии слюноотделения. Раздражение барабанной струны в его экспериментах вызывало повышенную секрецию слюны с увеличенным содержанием органических веществ. В отличие от лимфы, электролитный состав которой при усиленном лимфотокe оставался без изменений, в «хордальной» слюне к тому же значительно повышалось содержание электролитов.

Сопоставив эти данные, Гейденгайн сделал основной вывод, что капиллярные эндотелиальные клетки обладают активными секреторными свойствами, которые становятся интенсивнее под действием каких-то компонентов, содержащихся в экстракте из мышц рака. Кроме того, Гейденгайн испытывал также действие на лимфоток экстрактов из голов пиявок (он использовал несколько видов пиявок).

Опыты ставились по тому же плану, что и опыты предыдущих серий, и результаты оказались очень сходными: введение экстракта из пиявок при почти неизменном кровяном давлении усиливало лимфоток и обогащало лимфу органическими компонентами.

Опыты подобного рода были проделаны и с введением пептона. Гейденгайн использовал разбавленный пептон из расчета 0,5% на 1 кг веса. Несмотря на падение артериального давления, лимфоток очень скоро возрастал и держался на высоком уровне до часа. Так, например, по данным одного из опытов, до инъекции было собрано в среднем 4,7 г лимфы с содержанием неорганических компонентов (сухой остаток) 5,1% и органических — 4,17%. Через две минуты после введения экстракта из пиявок количество оттекающей лимфы возросло до 5,3 г,

а состав ее изменился: неорганических компонентов стало 6,58%, а органических — 5,88%. Интересно отметить, что повышение лимфотока наблюдалось даже в опытах, в которых кровяное давление от введенного пептона падало до 22 мм рт. ст.

Все проведенные эксперименты показали также, что пептон вызывает усиленное лимфообразование не в связи с гемодинамическими эффектами, которые могли бы способствовать фильтрации, а скорее вопреки затруднению фильтрации. Гейденгайн причислил пептон к группе «лимфогога» — веществ, стимулирующих секреторную активность стенок капилляров.

Проделав еще ряд опытов с экстрактами из тканей беспозвоночных, Гейденгайн пришел к общему выводу, что все они обладают в разной степени выраженным лимфогонным действием.

Испытанию подвергались вещества, получаемые в виде экстрактов из органов высших животных. Так, оказалось, что довольно сильным лимфогонным действием обладает экстракт из печени собак, тогда как собачьи лимфатические железы, приготовленные тем же способом, почти не влияют на лимфоток.

Очень эффективно действовал на лимфоток разведенный белок куриного яйца. Активно действовал также разбавленный кантаридиновокислый калий. Он увеличивал лимфообразование и лимфоток в 2 раза и более.

По окончании этой серии исследований Гейденгайн приступил к опытам, в которых, как он полагал, изучались вещества — «лимфогога», действующие не на образование лимфы из крови, а скорее на образование лимфы из тканей.

Такие вещества он относил к «лимфогога» второго ряда. К ним принадлежали: сахар, соли, мочевины.

На основании опытов, опубликованных Л. Е. Бразо-лем, работавшим в лаборатории Людвига [54], Гейденгайн полагал, что перечисленные вещества при введении в сосудистое русло очень скоро его покидают и, будучи в межтканевой жидкости, активно притягивают из клеток воду, тем самым способствуя усилению лимфообразования и лимфотока. Образованная лимфа частично проникает при этом обратно в кровь через стенки капилляров, а частично выводится в сосудистое русло из тканей через грудной проток.

Чтобы проверить эти эксперименты и дать им свою интерпретацию, Гейденгайн приступил к новым исследованиям. Первые опыты проводились с введением раствора сахара. Сахар вводился из расчета 4,5% на 1 кг веса тела собаки в растворе, общий объем которого, например у собаки весом 11, 12 кг, достигал 80 мл.

Вслед за введением сахара лимфоток повышался настолько значительно, что Гейденгайн назвал это повышение грандиозным. Он писал, что у собаки, содержание крови которой не превышало 885 мл, за 37 минут после введения сахара из грудного протока вытекало 202 мл лимфы, т. е. фактически за полчаса этот объем составил четвертую часть всей крови собаки.

По мнению Бразоля, усиленный лимфоток, который он также наблюдал, можно было объяснить тем, что при введении сахара в сосудистое русло в нем удерживается большое количество воды и затем в силу физических причин под повышенным давлением происходит фильтрация лимфы. Гейденгайн считал такую точку зрения несостоятельной, поскольку не наблюдал первичного снижения лимфотока после введения сахара, которое можно было бы ожидать, если принять на веру объяснение, данное Бразолем.

Особенно тщательно опыты с изучением механизма лимфообразования после введения сахара ставил у Гейденгайна его ученик Хюртль. Он регистрировал при введении сахара одновременно лимфоток, кровяное давление, частоту сердечных сокращений и мочевыделение. Поскольку быстрое введение в кровь любой жидкости вызывает рефлекторное изменение кровообращения, которому можно приписать изменение лимфотока, Хюртль учитывал и это обстоятельство. Он вводил раствор сахара замедленно. При этом удавалось свести к минимуму изменения со стороны сердечно-сосудистой системы. Все же лимфоток увеличивался, и даже раньше, чем он нарастал, увеличивалось отделение мочи.

Механизмы отделения лимфы в этом случае, по мнению Гейденгайна, могли быть не чем иным, как образованием ее из тканей, превращением внутриклеточной жидкости в интерстициальную. Об этом говорил и тот факт, что лимфа не была обогащена органическими веществами. Наблюдая после инъекции повышение содержания воды в крови, лимфообразования и секреции мочи,

Гейденгайн пришел к выводу, что такой сдвиг водного баланса немыслим без обеднения водой самих клеток тканей данного организма. Дальнейшие опыты проводились с введением солевых растворов.

Приготавливались растворы различных солей из расчета примерно 0,1% сухого вещества на 1 кг веса тела животного. Испытание раствора поваренной соли показало, что она дает значительный лимфогонный эффект. Введение соли давало следующий результат: кровь, лимфа, моча стремительно обогащались водой, выводимой из тканей. Ставились немногочисленные опыты и с другими солями. На основании всех этих экспериментов Гейденгайн пришел к заключению, что в основе механизмов повышения лимфотока при действии данной категории веществ лежат изменение проницаемости мембран и физико-химические сдвиги, связанные с разностью осмотических давлений различных сред. Итак, по мнению Гейденгайна, «лимфогога» первого и второго ряда принципиально по-разному действуют на лимфоток: в одном случае вызывают усиленную секрецию лимфы капиллярным эндотелием, а в другом — усиленный выход из клеток в кровь и межтканевые пространства. Для того чтобы подтвердить это предположение, Гейденгайн ставил специальные серии опытов.

В первой серии экстракт из мышц рака вводился животным, у которых предварительно перевязывалась брюшная аорта. При этом инъекция не вызывала усиления лимфотока. Если в тех же условиях вводили животному сахар, усиление лимфотока оказывалось выраженным вполне отчетливо. Такие наблюдения, как считал Гейденгайн, убедительно свидетельствуют о различном приложении действия лимфогонных веществ первого и второго ряда. В работе «К учению о лимфообразовании» он писал: «Длительная анемизация перевязкой аорты лишила эндотелий капилляров его естественного жизненного свойства — реагировать активизацией секреции на введение стимуляторов секреции («лимфогога» первого ряда). В то же время эндотелий капилляров сохранял способность пропускать введенный для контроля раствор сахара. Действие последнего, выражающееся в стимуляции лимфотока, основано на усиленном оттоке воды из клеток и увеличении за счет этого объема образующейся лимфы» (1891, с. 57).

## Образование лимфы и мочи

Разница в механизме действия «лимфогога» того и другого ряда выражалась, по мнению Гейденгайна, еще и в том, что «лимфогога» первого ряда не являются мочегонными и не влияют на процессы в почках. В то же время «лимфогога» второго ряда усиливают не только лимфоток, но и мочеобразование. При этом между динамикой образования лимфы и мочи наблюдается параллелизм. Однако следует отметить, что различные солевые растворы обладают разной силой действия, убывающей в следующем ряду: хлориды, нитраты, сульфаты, соли йода. Рассуждая далее, Гейденгайн приходит к необъяснимому, с его точки зрения, противоречию: соли стимулируют лимфоток за счет выведения клеточной воды в межклеточные промежутки, соли стимулируют образование мочи за счет усиления секреторной активности почечного эпителия (так утверждал Гейденгайн на основании экспериментов по изучению мочеотделения). Как же повышение концентрации вводимых солей может способствовать усилению и того и другого механизма? Почему имеет место столь строгий параллелизм?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, Гейденгайн обратился к процессу выхода из сосудистого русла введенного внутривенно сахара. О переходе сахара из сосудистого русла в межтканевую жидкость существовало только одно мнение: сахар проникает через эндотелий сосудов под действием физико-химических сил.

Приводя такую точку зрения, Гейденгайн делает оговорку: «Не отрицая физико-химических сил, переносящих сахар, я обращаю ваше внимание на то, что живая мембрана осуществляет все же этот процесс по-иному, чем мертвая».

Опыты показали, что динамика усиления лимфотока при введении сахара была весьма характерной. Усиление начинается сразу после введения сахара в сосудистое русло, и, хотя сахар еще не достиг максимума, лимфоток уже значителен. Интересно отметить, что эта первая порция лимфы по объему превышала последующую, полученную тогда, когда сахар в сосудистом русле достигал максимума.

После окончания медленной инъекции сахар крови начинал снижаться. Это снижение шло быстрее в услови-

ях активного мочеотделения и гораздо медленнее, если перевязкой сосудов выключались почки. Оказалось, однако, что лимфоток все-таки продолжал нарастать. В то же время содержание сахара изменялось противоположно — падало. Сахара становилось меньше в крови, но относительно больше в лимфе. Наконец сахар начинал медленно падать вместе с падением объема отделяющейся лимфы. Как подчеркивал Гейденгайн, сами механизмы выведения сахара из сосудистого русла оказались значительно сложнее, чем предполагали предшествующие экспериментаторы [54].

Как, например, объяснить с точки зрения простой фильтрации то, что в разгар лимфотока сахар продолжает переходить в лимфу, в которой его больше. Следовательно, предполагал Гейденгайн, свои клетки обладают какой-то специальной способностью из бедной сахаром крови переводить сахар в обогащенную им лимфу.

Предстояло выяснить, только ли физические силы определяют выведение из сосудистого русла в лимфу различных ионов. Гейденгайн делал опыты с введением солей и анализом их содержания в крови и лимфе, измеряя количество выделяемой лимфы. Оказалось, что и для солей характерна та же картина, когда на определенном этапе фильтрации из крови соли, введенной внутривенно, одновременно с повышенным лимфотоком наблюдалось более высокое содержание данной соли в лимфе наряду с более низким ее содержанием в крови.

Подводя итог опытам по изучению механизмов образования лимфы, Гейденгайн писал, что задачей физиологов всегда являлось объяснение непонятных ранее с позиций физики и химии явлений. Однако, как показали опыты, эти объяснения не охватывают всех сторон изучаемого процесса. Механизмы образования лимфы много сложнее, чем просто фильтрация. Гейденгайн, делая такой вывод, подчеркивал, что отнюдь не отрицает механизмов фильтрации как явления физического. Они несомненно имеют место во всех процессах, но почти всегда сочетаются с биологическими процессами, которые специфичны и могут быть направлены против сил фильтрации.

Говоря о сочетании физических и так называемых биологических процессов, Гейденгайн считал, что эти процессы протекают в комплексе друг с другом, причем в некоторых случаях превалируют физические закономер-

ности — осмодиффузия; в других же основными механизмами являются биологические, т. е. процессы, связанные со свойствами живых тканей и присущие только им.

Почти 100 лет прошло с тех пор, как Гейденгайн занимался вопросом о механизмах лимфообразования. За это время развилась и окрепла биофизика, рассматривающая закономерности, связанные с поведением живых мембран. Описано значение пространственных соотношений между порами мембран и проникающими сквозь мембрану веществами, охарактеризованы специальные переносящие вещества системы, которые входят в состав мембран. Говоря другими словами, представления о мембранах настолько усложнились, что включили в себя и представления сторонников чисто физических механизмов проницаемости, к которым принадлежал, например, К. Людвиг, и представления Гейденгайна о свойствах мембран, характерных лишь для живых структур, о тех свойствах, которые он называл секреторными.

Важно подчеркнуть, что Гейденгайн, не имея достаточной базы в смежных науках, в своих гипотезах опередил современников и, вопреки мнениям ученых, стремившихся упрощенно толковать биологические процессы, как бы предугадал их высокую сложность.

# Мировоззрение и научная школа Р. Гейденгайна

---

## Мировоззрение Гейденгайна

Для анализа философских взглядов ученого необходимо представлять себе ту идеологическую канву, на которой эти взгляды развивались, те философские течения, в условиях которых формировалась личность Гейденгайна.

Вся обстановка начала XIX в. в Германии способствовала укреплению в сознании физиологов и естествоиспытателей идей витализма (романтизм в литературе, тяга к мистике; вспомним идеи натурфилософии с пропагандой отрыва от жизненной практики, отрыва от эксперимента и постижения мира путем рассуждений и сопоставлений). Агностицизм, насаждаемый приверженцами Канта, находил своих сторонников и среди ученых, что, в свою очередь, ставило преграды научным изысканиям.

Середина XIX в. с ее быстрым развитием естественных наук вызвала резкий поворот в мышлении ученых, многие из которых, порвав с витализмом, обратились к материалистическому толкованию физиологических явлений. В этой обстановке и развивалось научное творчество Гейденгайна, представителя более молодого поколения физиологов.

Во всех своих физиологических работах Гейденгайн выступал как стихийный материалист. Он исходил из причиннообусловленности изучаемых им явлений. Эта тенденция особенно проявилась в его статьях, касавшихся исследований гипноза, о чем говорилось выше.

В доступных литературных источниках мы не встречали прямых высказываний Гейденгайна о каких бы то ни было философских концепциях. Исключение составляют его статья, посвященная Герману Гельмгольцу, а также некролог, написанный им в год смерти этого замеча-



тельного физиолога и физика (1894), на основании которых можно судить о гносеологических представлениях ученого.

Гейденгайн видел преимущество гносеологических воззрений Гельмгольца перед воззрениями Мюллера, сумел выделить и подчеркнуть прогрессивность идеи о приобретаемости, а не врожденности пространственно-временной ориентации человека.

Гейденгайн признавал материальное начало всех явлений. По гносеологическим вопросам, видимо, он ближе всего стоял к Гельмгольцу.

Если для анализа философских взглядов Гейденгайна имеется мало материала, то анализ методологии научного творчества ученого можно провести на основе его трудов. Свою позицию Гейденгайн излагал в каждой работе и удивительно точно ей следовал. Он выступал как поборник одной постоянной идеи — биологической сущности жизненных явлений, признания ограниченных возможностей физики и химии для объяснения физиологических процессов.

В предыдущих разделах уже достаточно говорилось о том, что Гейденгайн в своем научном творчестве уделял основное внимание способностям живых клеточных мембран. Однако, как нам представляется, необходимо еще раз проанализировать позиции Гейденгайна в свете тех взглядов, которые господствовали среди его современников. Физиологи предшествовавшего поколения отразили в своем мировоззрении материалистические тенденции нового этапа, сведя все процессы, протекающие в живом организме, к физике и химии.

К. А. Тимирязев писал по поводу становления физико-химического направления в физиологии: «Победа научной мысли... нигде не выступала так резко и определенно, как в переходе от метафизического витализма начала века к научным воззрениям химико-физического порядка, отметившим всю совокупность успехов физиологии за истекший век» [55, с. 639].

Дюбуа Реймон, один из основоположников физико-химического направления, говорил: «Брюкке и я поклялись установить, что в организме не действуют никакие иные силы, кроме физических и химических».

Гейденгайн был учеником Дюбуа Реймона и, естественно, воспитывался на идеях своего учителя. Но с пер-

вых шагов своего научного творчества он столкнулся с процессами секреции и выделения, зависящими от свойств живой клетки и не укладывающимися в объяснения с точки зрения физики и химии.

Наблюдения и опыты привели Гейденгайна к выводу, что наряду с физическими и химическими явлениями в организме действуют специфические «биологические» механизмы, проявляющиеся только в живых тканях и органах.

Так Гейденгайн противопоставил свои научные взгляды, свою методологию научного творчества методологии Карла Людвига, Дюбуа Реймона и его единомышленников, упрекая их в упрощенном подходе к анализу физиологических функций.

К. Ротшу, назвав направление, основанное Гейденгайном, «биологическим», писал: «Способности и идеи Гейденгайна привели его к биологическому воззрению на жизненные проявления от воззрения физико-химического. Он отрицал чисто физическое объяснение железистой активности, в то же время не склоняясь к виталистическим теориям» [56, с 232].

Позиция Гейденгайна критиковалась и справа и слева. Критикой справа можно считать критику его взглядов, развиваемую такими идеалистами и реакционерами, как Цольнер, критика слева принадлежала самим основоположникам физико-химического направления. В одной из своих известных речей Дюбуа Реймон упрекал бывшего ученика в неовитализме, считая, что он выступает как представитель этого направления, когда «приходит к заключению, что всасывание в кишечнике и образование лимфы нельзя объяснить с точки зрения физики и химии, и утверждает, что... тут действуют еще неизвестные физике и химии силы» [57, с. 426].

Гейденгайн, по свидетельствам Грютцнера и Хюртля, всегда огорчался, когда коллеги обвиняли его в витализме, так как сам он считал себя не противником, а сторонником представлений о физической и химической сущности физиологических процессов. Он утверждал, что является противником витализма и говорил лишь о том, что в данный отрезок времени уровень развития физики и химии не может объяснить целый ряд фактов, связанных именно с жизнедеятельностью, как таковой, сложными проявлениями жизни, которые, в свою очередь, еще не

могут быть поняты до конца и проанализированы всесторонне.

В связи с этим большой интерес представляет позиция И. П. Павлова по вопросу противопоставления физико-химических и чисто биологических закономерностей, проявляющихся в ходе физиологических процессов: «Гейденгайн освободил науку от ложных взглядов, разрушая слишком ранние надежды на познание клеточных процессов. Такая критика Гейденгайна как выдающегося представителя науки дала повод некоторым людям с метафизическими наклонностями утверждать неприложимость физико-химической точки зрения к анализу жизненных явлений и необходимость обратиться при изучении жизни к особенному жизненному началу. Такое применение его работ было постоянным огорчением для Гейденгайна — борца именно за физико-химическую теорию жизни. В последней блестящей статье о всасывании он с жаром объясняет, что об общей деятельности клеток «приходится говорить только потому, что мы мало знакомы с детальным строением клетки и совсем незнакомы с ролью отдельных ее частей...» [14, с. 106].

### Научная школа

На протяжении научной деятельности Гейденгайна у него было много сотрудников и учеников из других городов Германии и из зарубежных университетов. В то время когда Гейденгайн стал принимать в бреславльскую лабораторию молодых ученых, в Лейпциге уже процветал Институт физиологии, организованный Людвигом и снискавший себе славу лучшего в Европе, — сюда приезжали молодые специалисты из Америки, России, Скандинавии, Италии и т. д. На этом фоне научная школа Гейденгайна по численности может показаться весьма скромной. Однако и она внесла большой вклад в подготовку физиологов: ученики-иностранцы увозили на родину багаж новых навыков, методик, умение ставить эксперимент, анализировать его и строить теоретические обобщения.

Все это вполне позволяет применить термин «научная школа» к коллективу, трудившемуся под руководством Гейденгайна, хотя историографы да и сами физиологи, занимающиеся историей развития своей науки, этот термин применяют с осторожностью.

С нашей точки зрения, научной школой правомерно называть коллектив, руководимый выдающимся ученым, где идет подготовка специалистов. Коллектив должен быть объединен общностью разрабатываемых вопросов, своей оригинальной программой исследований. Он может быть объединен также общностью интересных методик, позволяющих получать факты, недоступные для других исследователей. Наконец, научная школа может объединяться на основе общности научной методологии — подхода к изучаемым явлениям.

Ученики Гейденгайна работали главным образом над вопросами, связанными с секрецией и проницаемостью. Следовательно, можно считать, что в лаборатории преобладала единая программа работ. Использовались специфические методики исследований, характерной особенностью которых было сочетание физиологического опыта с гистологическим изучением объекта. Объединяла учеников Гейденгайна и общая научная методология — подход к жизненным явлениям как к сложным биологическим процессам, нуждающимся в специфических комплексных методах изучения.

Среди работающих у Гейденгайна соотечественников оказалось немало талантливых ученых, впоследствии занявших кафедры в других университетах Германии и успешно развивавших физиологическую науку. К их числу относились, например: П. Грютцнер (1847—1919), который много лет был ближайшим помощником Гейденгайна; К. Хюртль (1860—1945), возглавивший кафедру после смерти своего учителя и успешно продолжавший развивать его идеи; В. Вальдейер (1836—1921), ставший крупным анатомом и гистологом.

Из числа учеников Гейденгайна, приехавших из-за рубежа, следует отметить Э. Г. Старлинга (1866—1927), впоследствии известного английского физиолога. После окончания медицинского факультета Лондонского университета Старлинг специализировался в Германии у Гейденгайна. Его научные интересы скрещивались с интересами учителя в ряде тем. Так, Старлинг работал над вопросами секреции соков пищеварительных желез (вместе с У. Бейлисом в 1902 г. он описал гормон пищеварительного тракта — секретин и его действие, стимулирующее сокоотделение поджелудочной железы). Кроме того, Старлинг занимался вопросами, каса-



*Феликс Феликсович Навроцкий*

шимися лимфообразования и лимфообращения, и в своей теории по существу объединил представления о механизмах образования лимфы, высказанные Людвигом и Гейденгайном. Развив теорию этого вопроса, Старлинг выдвинул на первый план значение жизнедеятельности и активности органов для лимфообразования. Помимо этих проблем, Старлинг занимался и многими другими вопросами физиологии, в частности физиологией кровообращения, проблемами питания и т. д. В 60-х годах в Бреслау у Гейденгайна работал поляк Ф. Ф. Навроцкий.

Навроцкий родился в Варшавской губернии и, начав обучаться в Берлинском университете, закончил медицинский факультет в Бреслау в 1864 г. После окончания он специализировался по физиологии у К. Бернара в Париже, а на протяжении 1864 г. работал ассистентом у Гейденгайна. В 1868 г. стал профессором кафедры истории медицины в Бреславльском университете. В 1871 г. специализировался по физиологии у К. Людвига в Лейпциге. С 1881 г. возглавил кафедру физиологии Варшавского университета. У Навроцкого имелось большое количество

работ по физиологии, опубликованных в немецких и русских журналах.

В Институте физиологии в Бреслау Навроцкий выполнил работу, в которой повторил опыт с наложением лигатур по Станниусу при раздражении сердца постоянным током. Работа эта была опубликована в трудах института еще в 1861 г., в студенческие годы Навроцкого. Позже он занимался там же определением содержания кислорода в крови, и наконец изучал иннервацию слюнных желез.

Примечательно, что среди иностранцев — учеников Гейденгайна преобладали наши соотечественники: физиологи и врачи, приезжавшие к ученому из разных городов России.

Изучение публикаций, вышедших из лабораторий Гейденгайна, а также его собственных произведений, где постоянно упоминаются имена учеников, принимавших участие в той или иной работе, дали основание говорить о 17 учениках Гейденгайна из России. По-видимому, в Бреслау приезжали знакомиться с лабораториями ученого и используемыми в них физиологическими и гистологическими методиками и другие врачи, биологи, физиологи из России. Так, можно полагать, что в 60-х годах Гейденгайна посетил Ф. В. Овсянников, а несколько позже — К. Н. Устимович.

Очевидно, самым первым в Бреслау побывал русский физиолог и физик Сергей Иванович Ламанский (1841—1900). По окончании Петербургского университета около 10 лет он провел в лабораториях немецких физиологов. В 1865 г. Ламанский приехал в Бреслау, где у Гейденгайна занимался экспериментами, изучая физиологические свойства узлов солнечного сплетения. В дальнейшем Ламанский работал у Гельмгольца в области оптики. Пребывание у Гельмгольца повлияло на выбор будущей профессии молодым ученым, и по возвращении в Россию он стал преподавать физику в Военно-медицинской академии, а затем в Варшавском университете.

Алексей Александрович Остроумов (1844—1908), выпускник Московского университета, после окончания медицинского факультета и защиты диссертации был направлен в Германию. Здесь он заинтересовался работами двух крупных физиологов — Л. Гольца и Р. Гейденгайна. Под руководством Гольца Остроумов начал занимать-

ся изучением влияния нервов на просвет сосудов [58] и продолжал эту работу в Бреслау. В 1876 г. в стенах лаборатории Гейденгайна родилась статья Остроумова «О природе нервов, тормозящих сосуды». В ней доказывалось наличие сосудорасширяющих нервных волокон в составе бедренного нерва. Это было принципиально новым фактом.

Остроумов навсегда сохранил интерес к физиологии. Будучи уже известным терапевтом, он постоянно держал в поле зрения физиологические показатели функций в их динамике, широко использовал функциональные нагрузки.

Очень успешно работал у Гейденгайна молодой врач С. А. Подолинский (1850—1891). Он находился в Бреслау между 1873 и 1875 гг. и изучал панкреатическую секрецию и влияние сока поджелудочной железы на переваривание белка в двенадцатиперстной кишке. Результаты многочисленных опытов были опубликованы в «Архиве общей физиологии» в 1876 г. под названием «К вопросу о панкреатических белковых ферментах» [59].

О жизни и деятельности ученого долгое время ничего не было известно. Лишь в 1973 г. появилась статья А. Кохана [60], которому удалось собрать сведения об этом талантливом естествоиспытателе и общественном деятеле. Сергей Андреевич Подолинский учился в Киевском университете и, окончив его в 1871 г., выехал за границу. Он пополнял образование в университетах Лондона, Парижа, Вены, Бреслау, работал у Бернара в Париже, у Фрея и Германа в Цюрихе, у Гейденгайна в Бреслау.

Кроме того, молодой человек занимался изучением социальных вопросов. Интерес к политике привел его к знакомству с К. Марксом и Ф. Энгельсом. Подолинский написал ряд статей на социальные темы. В дальнейшем он отошел от физиологии, целиком отдавшись общественной деятельности.

На работу Подолинского, касающуюся переваривающих свойств сока поджелудочной железы, ссылался И. П. Павлов.

Иван Григорьевич Навалихин (1842—1884), получив образование в Казанском университете и затем проработав два года практическим врачом, а позже ассистентом профессора Н. О. Ковалевского, был командирован за границу для усовершенствования по физиологии. Навалихин



*Иван Григорьевич Навалихин*

работал у Людвига и Гейденгайна. Под руководством последнего он занимался вопросом о физиологических свойствах мышц [61]. Навалихин, читавший по возвращении в Казань физиологию в Ветеринарном институте, сохранил дружеские отношения со своим учителем, и впоследствии они вели регулярную переписку.

Николай Александрович Бубнов (1851—1884), выпускник Военно-медицинской академии, работал хирургом у Н. И. Пирогова, затем, будучи ассистентом С. П. Боткина, неоднократно выезжал на борьбу с эпидемиями. В 1880 г. он был командирован в Германию и очень успешно работал под руководством Гейденгайна.

Раздражая кору больших полушарий собак, Бубнов и Гейденгайн наблюдали сокращение мышц — сгибателей конечностей. Если конечности были предварительно согнуты за счет раздражения соответствующих спинно-мозговых нервов, то дополнительное раздражение зоны коры, ранее вызывавшей сгибательную реакцию, давало вместо усиления сгибания разгибание.

Бубнов и Гейденгайн обнаружили, что пороги раздра-



жения тех зон коры, в которых представлены моторные центры конечностей, изменяются при присоединении раздражения отдельных внутренних органов, а также при воздействии на кожу или мышцы.

В целом эта работа, построенная из нескольких серий разнообразных опытов, открывала путь для дальнейших исследований ряда координационных соотношений между корой, подкорковыми и спинальными центрами, а также затрагивала проблему уровня возбудимости корковых центров в зависимости от раздражений периферических нервов или внутренних органов [62].

Помимо этих физиологических исследований, Бубнову принадлежали выполненные по возвращении в Россию весьма значительные работы биохимического и фармакологического характера. Учитывая блестящие способности рано умершего Бубнова, Х. С. Коштоянц назвал его «несбывшейся надеждой русской науки» [63]. Столь же высоко оценивал своего ученика и С. П. Боткин.

У Гейденгайна работал известный русский физиолог Николай Евгеньевич Введенский (1852—1922). Он выполнил работу «О влиянии раздражения блуждающего нерва на дыхательные движения млекопитающих» [64].

В 80-х годах Введенского интересовали не только вопросы, связанные с физиологией периферических возбудимых тканей, но также соотношения центральных и периферических раздражений. Эти исследования были одним из звеньев, составивших впоследствии теорию торможения.

Михаил Иванович Афанасьев (1850—1910) учился в Петербургском университете, а затем, подобно И. П. Павлову, окончил Военно-медицинскую академию. Здесь вместе с И. П. Павловым он занялся физиологией, и за работу «О нервах, заведующих отправлениями поджелудочной железы» оба студента получили золотую медаль.

В 1881 г. после защиты диссертации Афанасьев был направлен специализироваться в Германию, Францию, Англию. В Германии он работал у Гейденгайна, изучая механизмы секреции желчи [65].

Далее интересы Афанасьева изменились: он стал заниматься эпидемиологией, изучал течение некоторых эпидемических заболеваний, особенно холеры. Организовал первую большую бактериологическую лабораторию в Петербурге. Афанасьев являлся редактором журнала



*Николай Евгеньевич Введенский*

«Современная медицина и гигиена» и автором многочисленных работ по бактериологии.

Николай Афанасьевич Рогович (1855—1909) получил медицинское образование в Киевском университете. В молодые годы Роговича привлекала физиология, и, получив возможность специализироваться за границей, он отправился к Гейденгайну в Бреслау. Вместе со своим учителем Рогович предпринял исследование, составившее ценное звено в цепи работ, посвященных свойствам денервированных тканей [66].

Наряду с изучением последствий денервации он провел большую серию экспериментов по нервной регуляции лимфотока и в том же году опубликовал результаты еще одной работы [67].

По возвращении на родину Рогович стал заниматься хирургией и позже, заведая кафедрой хирургии в Томске, приобрел большой авторитет как эрудированный ученый и способный клиницист.

Известный акушер-гинеколог Дмитрий Оскарович Отт (1885—1929) в начале своей врачебной деятельности



*Николай Афанасьевич Рогович*

интересовался экспериментальной работой. Окончив в 1879 г. Военно-медицинскую академию, он отправился в 1881 г. в командировку в зарубежные страны. В Германии работал у Людвига, Реймона, Кронекера, Гейденгайна. Работы Отта касались механизмов переливания крови и вопросов гемодинамики. У Гейденгайна Отт также занимался проблемой переливания различных растворов в сосудистое русло [68].

Поскольку одной из основных методик, широко используемых Гейденгайном, было гистологическое исследование тканей, естественно, что это обстоятельство привлекало в его лабораторию будущих гистологов. Среди них были Александр Станиславович Догель (1852—1922) и Михаил Дормидонтович Лавдовский (1847—1902).

А. С. Догель, известный петербургский гистолог, по окончании Казанского университета получил специализацию в Германии, где проработал два года (1884—1885). Он трудился над методиками окраски тканей, осваивал постановку физиологических опытов в сочетании с морфологическими исследованиями.

Научная и педагогическая деятельность Догеля протекала в стенах Военно-медицинской академии. Ему принадлежали значительные открытия, в частности описание нервных сплетений в стенках желудочно-кишечного тракта, хода внутрисердечных нервов и т. д.

М. Д. Лавдовский был выпускником Военно-медицинской академии 1870 г. После защиты диссертации он был командирован за границу. Как гистолога его привлекали исследования, проводимые в лаборатории Гейденгайна. Изучая вопрос о структуре некоторых пищеварительных желез, Лавдовский приобрел большой опыт в этой области. Его замечательные рисунки собственных препаратов вошли в работы по пищеварению самого Гейденгайна. Имя Лавдовского многократно упоминается в работах по физиологии слюнных желез, поджелудочной железы, по лимфообразованию [69] и т. д.

Из опубликованных научных статей и других материалов можно сделать вывод о пребывании у Гейденгайна ряда других ученых. Терапевт Сергей Васильевич Левашов (1856—1914), работавший под руководством Гейденгайна в 1884 г., опубликовал две статьи о сделанных им экспериментах. В одной из них описывался механизм ферментативного действия трипсина, в другой — закономерности проведения возбуждения от больших полушарий к конечностям [70].

Профессор ветеринарии Григорий Иосифович Гумилевский, будучи в Бреслау в 1885—1886 гг., также опубликовал результаты выполненных им исследований, описав некоторые механизмы всасывания в тонком кишечнике [71].

В 90-х годах число русских учеников Гейденгайна уменьшилось, так как в университетах России появились лаборатории, руководимые собственными талантливыми физиологами. В этот период у Гейденгайна работал В. И. Орлов из Петербурга, изучавший всасывание веществ, введенных в брюшную полость. В 1895 г. в Институт физиологии в Бреслау приехал выпускник Харьковского университета, ученик В. Я. Данилевского — Александр Михайлович Черевков (1860—1917?).

Он исследовал влияние изменения кровотока на вытекание лимфы из грудного лимфатического протока. Впоследствии Черевков был профессором физиологии Харьковского университета (1909—1917).



*Иван Афанасьевич Чуевский*

Наконец, видимо, последним русским учеником Гейденгайна был И. А. Чуевский.

Иван Афанасьевич Чуевский (1858—1926) учился сначала в Новороссийском, а затем Киевском университете, который закончил в 1884 г. По окончании он специализировался по акушерству и терапии в Петербурге. Дальнейшая деятельность Чуевского, однако, была связана с физиологией. В Харькове под руководством Данилевского он защитил диссертацию по физиологии возбудимых тканей. В 1896 г. получил зарубежную командировку и провел ее в лаборатории Гейденгайна. Здесь он выполнил исследование методик измерения кровяного давления [72]. Вторично Чуевский ездил в Бреслау уже после смерти Гейденгайна и сотрудничал с его учеником Хюртлем. Позже Чуевский организовал кафедру физиологии в только что открывшемся Саратовском университете, где успешно развернул не только учебную, но и научную работу, оборудовав лаборатории для занятий со студентами и для экспериментов по кровообращению, физиологии мышц, нервов и дыхания.



*Иван Петрович Павлов*

Особенно тесный контакт установился между Гейденгайном и И. П. Павловым. На страницах этой книги, разумеется, нет необходимости освещать биографию Павлова. Можно упомянуть только, что после окончания университета в 1875 г. молодой ученый поступил на третий курс Военно-медицинской академии. В 1879 г. он получил еще один диплом — врача.

Параллельно с учебой Павлов работал ассистентом на кафедре физиологии ветеринарного отделения академии у профессора К. Н. Устимовича, побывавшего в лабораториях многих известных ученых Европы. В частности, свою диссертацию по физиологии почек он выполнял в лейпцигском Институте физиологии.

Поскольку еще со студенческих лет Павлов проявлял интерес к вопросам пищеварения, Устимович рекомендовал ему в летние каникулы 1877 г. отправиться в Бреслау, в Институт физиологии, руководимый Гейденгайном. Поездке Павлова предшествовала переписка по этому вопросу Устимовича с Гейденгайном. В Ленинградском отделении Архива Академии наук СССР сохранились пись-

ма Гейденгайна к Павлову\*, среди которых оказалось и письмо к Устимовичу по поводу намеченного приезда в Бреслау Павлова.

В ответ на запрос Устимовича о возможности работы Павлова Гейденгайн писал следующее.

«Бреслау, 18/II—77

Уважаемый коллега!

В моем, в общем мало посещаемом институте еще никогда не было недостатка в рабочем месте. Ваш господин ассистент может в любое время получить у меня место.

Если его интересы направлены на исследования особого рода, требующие специальной аппаратуры, было бы хорошо, если б я был об этом заблаговременно информирован, с тем чтобы мог обеспечить все необходимое оснащение.

Инструментами моя лаборатория обеспечена неплохо. Отсутствуют только приборы для газометрии, поэтому исследования такого рода у меня проводить не представляется возможным.

С лучшими пожеланиями Р. Гейденгайн.

Штадтграбен, 16».

Характер научной деятельности Устимовича, а также данное письмо приводят к мысли, что между учеными существовала связь на основании личных встреч, хотя прямых данных для такого утверждения нет.

Итак, договоренность состоялась, и Павлов в июне 1877 г. впервые выехал за границу. В Бреслау, в Институте физиологии, он проработал два месяца.

Гейденгайна и Павлова интересовал вопрос о том, какие изменения в деятельности и структуре поджелудочной железы наступают, если для вытекания ее секрета возникнет препятствие, как это нередко бывает при переполнении двенадцатиперстной кишки или при воспалительных процессах в ее слизистой оболочке. Для того чтобы создать препятствие для вытекания поджелудочного сока, решено было перевязывать протоки железы, открывающиеся в стенке двенадцатиперстной кишки (чаще всего наряду с главным протоком бывает и добавочный).

Этими опытами Павлов занимался очень напряженно. Уезжая в Петербург, он увез с собой экспериментальный

---

\* Письма Гейденгайна (ЛОААН СССР, ф. 259) публикуются впервые.

1.  
Potsdam 18. 2. 77

Sehr geehrter Herr College!

Am Raum ist in meinem in ganzen wenig besetzten  
Institut so weit niemals Mangel gewesen. Ihr Herr Assis-  
tent kann daher jeder Zeit bei mir Platz finden. Sollte  
derselbe seine Intentionen auf irgend eine besondere Materie  
unterstützt haben, für welche besondere Apparate  
notwendig sind, so wäre es gut, wenn ich bald darüber  
unterrichtet würde, um das etwa Notwendige besorgen zu  
können. Mein Institut materialium ist im ganzen vollständig  
versetzt. Nur für alle gasometrischen Sachen fehlen die  
Instrumente, derartige Dinge können deshalb bei mir  
nicht getrieben werden.

Mit bestem Grusse

R. Heidenkain  
Stahner Stadtgraben 10.

Письмо Р. Гейденгайна к К. Н. Устимовичу



Posen 23 October 77.

Lieber Herr Doctor!

Vor etwa 4 Wochen habe ich, nachdem ich Ihre Arbeit erhalten, an Sie geschrieben und um die Bearbeitung einiger Ihrer Manuscripte betreffenden Punkte gebeten, aber bis heute noch keine Antwort erhalten. Die Zeichnungen sind nun fertig und recht gutgekommen. Ich habe für dieselben noch einige präparierte angefertigt. Die Arbeit könnte somit am Flügel abgehen, wenn ich Ihre Antwort hätte. Ich bitte also sehr darum

Mit bestem Grouse

B. Heideckmann

5  
Breslau 31. Oktober 77

Lieber Herr Doctor!

Das ist ja sehr fatal, dass durch eine Unordnung auf der Post  
mein erster Brief an Sie verloren gegangen ist. So muss ich  
dann einige Fragen aus demselben wiederholen.

1) Meines Wissens haben Sie öfters mit Unterbindung des Pan-  
creasganges den Kern der Pankreatitis auf Zucker mit neg-  
ativen Resultate untersucht. Sind Sie darüber sicher?  
Ihren Notizen oder in Ihrem ~~alten~~ Gedächtnisse?

2) Die Venen mit arteriellen und venösen Blute haben zwar  
kein constantes Resultat geliefert, aber ich denke doch, es wäre  
richtiger, wenigstens eine allgemeine Notiz über dieselben  
mitzutheilen. Ich möchte vielleicht etwas aus Ihren Aufzeich-  
nungen darüber wissen.

3) Wir haben ein Mal einen Vergleichsversuch mit Unterbin-  
dung des Gangs der gl. submandibularis gemacht, aber eine  
anatomische Veränderung nicht gefunden. Ich habe jetzt  
einen Versuch ebenfalls mit negativem Resultate wieder-  
holt. Haben Sie aufges. nicht, wie lange Darnach der  
Gang unterbunden war?

306

4/20. Ich scheint es mir überflüssig, alle einzelnen Versuchspro-  
tocolle mitzugeben. Sind Sie damit einverstanden?

Nun bitte ich um baldige Antwort. Mit bestem Grusse  
an Prof. Kottmannsdorf & Prof. Grogg von

München. Ich bin sehr verehrt und werde Ihnen  
freundschaftlichst  
mittheilen, was ich von Prof. Grogg erfahren habe.

Ich bin ganz dankbar für Ihre Briefe und werde Sie bald  
von dem Fortschritte des Projekts in Kenntnis setzen.  
H. Heidebach

Frage Sie doch, ich bitte, Prof. Grogg von, ob er irgend etwas  
von H. Kottmannsdorf wusste. Ich habe zwei Mal an ihn geschrie-  
ben, aber keine Antwort erhalten.

Breslau 31 Jan. 87

Lieber Herr Doktor!

Es ist eine absolut grundlose Befindung, wenn man Ihnen im Leipziger Institut gesagt hat, dass ich ein Lehrbuch herausgeben wolle. Ich habe an ein solches Unternehmen nicht gedacht, und es würde mich in Verwirren zu wissen, wer Ihnen diese Angabe vorgebracht hat. Ist Ihnen dieses jetzt von Kugler gesagt worden? Ich habe nicht den mindesten Anlass zu einem solchen Gerüchte gegeben und begreife dessen Ursprung nicht.

Hoffentlich geht es Ihnen gut. Hier ist Alles im alten, stetigen Gange.

Mit besten Grüßen

R. Heidenhain

Oslen 21 März 94

Lieber Herr College!

Heute war Herr Dr. Olov mit Ihren freundlichen  
Zeilen bei mir. Ich werde denselben sehr gerne bei  
mir arbeiten lassen, aber er muss sich einig Worte  
gedulden. Denn morgen reise ich nach Italien und  
kehre erst Ende April zurück. Gynäkologisch-physio-  
logische Thematika sind allerdings schwer zu bearbeiten,  
da, da das Material (frische Tiere) schwer zu  
beschaffen ist. Aber da Hr. Dr. Olov wohl hauptsächlich  
mit experimentellen Methoden hause lernen will, wird  
er sich auch mit andern Gegenständen nützlich be-  
schäftigen können.

Dass Sie jetzt in einer so vortheilhaften Stellung  
sind, hat mich sehr gefreut. Alle Ihre Arbeiten  
haben mich in hohem Grade interessiert, weil

Dieselben auf einem mir nahe liegenden Gebirge  
wesentliche Fortschritte herbeigeführt haben.  
Ganz besonders besonders ich Ihre Mitthei-  
lungen mit Hilfe der Ethnologischen Fiskal;  
Die Operation muss sehr schmerzhaft sein, aber  
der Erfolg ist auch sehr schön. Sie müssen  
uns nun auch genau berichten, was aus der  
Leber wird, wenn die Thiere lange genug leben,  
wie sich Glykogenbildung und Gallensecretion  
gestaltet. —

Wird dann Landowsky nicht bald eine Pro-  
fessur bekommen? Er verdient es sehr  
in hohem Maasse.

Mit herzlichem Gruss

R. Heidenreich

материал, чтобы после его обработки прислать данные Гейденгайну для публикации.

13 октября 1877 г. Гейденгайн написал Павлову письмо такого содержания.

«Дорогой доктор!

После того, как я получил Вашу работу всего около 4 недель тому назад, я Вам послал письмо, в котором просил ответить на некоторые пункты, касающиеся Вашей рукописи, но, к сожалению, до сего дня не получил ответа.

Рисунки уже готовы и получились неплохо. Для этого я приготовил еще два новых препарата. Я мог бы Вашу работу отправить Пфлюгеру \*, если б я получил от Вас ответ.

Я убедительно прошу поскорее его мне выслать.

С лучшими пожеланиями Р. Гейденгайн».

Получив письмо Гейденгайна, Павлов, по-видимому, тотчас отправил ему ответ, о чем свидетельствует следующее письмо Гейденгайна, датированное 31 октября 1877 г.

«Дорогой доктор!

Это очень печально, что благодаря беспорядку на почте мое первое письмо, направленное Вам, пропало. Таким образом, некоторые вопросы из этого письма я должен повторить.

1. Насколько я помню, Вы нередко после перевязки панкреатического протока (протока поджелудочной железы.— *С. Ч.*) получали отрицательные результаты при исследовании мочи кроликов на сахар. Может быть, Вы найдете что-нибудь об этом в Ваших записях или вспомните?

2. Опыты с артериальной и венозной кровью, правда, не дали постоянных результатов, но мне думается, что было бы полезно хотя бы в общих чертах о них упомянуть. Поэтому я хотел бы узнать подробности из Ваших записей.

3. Летом мы ставили сравнительные опыты с перевязкой протока слюнной железы, но анатомических изменений в ней не нашли. Я повторил эти опыты и тоже полу-

---

\* Имеется в виду издававшийся Э. Пфлюгером «Архив общей физиологии» — наиболее авторитетный физиологический журнал Германии тех лет.

чил отрицательные результаты. Записано ли у Вас, как долго был перевязан проток?

4. Мне кажется, что будет излишним описывать все протоколы отдельных экспериментов. Согласны ли Вы с этим?

Я прошу незамедлительно дать мне ответ.

Большой привет профессорам Устимовичу и Овсянникову.

С лучшими пожеланиями Р. Гейденгайн.

Прошу Вас спросить проф. Овсянникова, не знает ли он что-нибудь о докторе Навалихине. Я дважды писал ему письма, но ответа не получил.

Павлов ответил тотчас на все вопросы Гейденгайна. Материал для статьи был дополнен. В нее вошли рисунки микроскопических препаратов, приготовленных Павловым и Гейденгайном. Так учитель заботился о том, чтобы наиболее полно представить материал, полученный учеником. Статья под названием «Последствия перевязки протока поджелудочной железы у кроликов» была опубликована через полгода [73] и вошла в Полное собрание сочинений Павлова.

Конец приведенного письма Гейденгайна говорит о связи ученого с академиком Овсянниковым, побывавшим во многих лабораториях немецких физиологов. Кроме того, выясняется, что между Навалихиным и Гейденгайном также имелаась переписка. Видимо, благодаря общительности характера немецкого ученого, его простоте и человечности, что отмечал и Павлов, отношения Гейденгайна с учениками выходили за пределы официальных и приобретали дружеский, неформальный характер.

По возвращении из Бреслау Павлов интенсивно занимался своей диссертацией — изучением влияния на сердце экстракардиальных нервов, хотя при этом не оставлял опытов по физиологии пищеварения. Так, он поставил своей задачей исследовать пищеварение в условиях хронического эксперимента и разрабатывал систему операций наложения фистул пищеварительных органов. На протяжении 1878—1880 гг. Гейденгайн и Павлов независимо друг от друга искали методы, позволяющие изучать секрецию сока поджелудочной железы при выведении наружу ее протока. При этом животные, теряя сок поджелудочной железы, обычно погибали. Гейденгайн не достиг



в изучении функции поджелудочной железы значительных результатов. Павлову, в отличие от Гейденгайна, удалось найти способ длительное время сохранять жизнь животных с выведенным наружу протоком поджелудочной железы. Впервые в истории физиологии было получено полное представление об этом органе, прослежена нервная и гуморальная регуляции его деятельности.

По-иному Гейденгайн и Павлов подошли к исследованию функций желудка в хроническом эксперименте.

Наряду с совершенствованием фистульного метода Гейденгайн и Павлов применили новый способ изучения сокоотделения в желудке путем наблюдения за выделением его из выкроенного и сшитого по бокам мешочка, так называемого маленького желудочка.

Первоначально такая операция была проделана Клеменцевичем. Однако оперированные животные погибали. Гейденгайн предложил свой метод операции. Маленький желудочек по его методу выкраивался так, что оставался связанным с большим желудком с помощью сосудов.

Павлов пошел по другому пути. Он нашел способ выкраивать маленький желудочек так, что последний сохранял и нервную связь с большим желудком. И в этом случае Павлову удалось получить значительно больше фактических данных о деятельности желудка, чем Гейденгайну. Остроумно задуманная операция перерезки пищевода в сочетании с фистулой желудка дала возможность Павлову проводить опыты с «мнимым кормлением» и изучить механизмы первой фазы желудочного сокоотделения. Расцвет научного творчества Павлова с его блестящими достижениями в физиологии пищеварения совпал с закатом научной деятельности Гейденгайна.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на сходство научных интересов в вопросах пищеварения у Гейденгайна и Павлова, направленность этих интересов была разной. Гейденгайна интересовали интимные секреторные механизмы в деятельности пищеварительных желез. Нервная регуляция их деятельности занимала его также постольку, поскольку он стремился установить, как нервы влияют на секреторные клетки.

Павлов интересовался физиологией пищеварения в ином, более широком плане. Пищеварительные процессы привлекали его внимание как один из элементов связи организма с внешней средой. Именно такой аспект ис-

следований дал возможность установить приспособительную изменчивость сокоотделения желудка, слюнных желез и поджелудочной железы (изменение состава сока в связи с характером пищевого вещества). Такой подход позволил Павлову описать фазы секреции, взаимосвязь в деятельности отделов пищеварительного канала и т. д.

Но вернемся к 80-м годам, когда в разгаре были исследования в Институте физиологии в Бреслау и в небольшой лаборатории при клинике Боткина, где работал Павлов. В 1884 г. Павлов вновь получил возможность отправиться в научную командировку в Германию. Для своей работы он выбрал два института — Институт физиологии в Лейпциге и Институт физиологии в Бреслау. Командировка длилась 2 года.

На этот раз Павлов направился в Германию, уже имея ученую степень: он защитил диссертацию, посвященную экстракардиальным нервам сердца. Для подтверждения некоторых своих предположений он нуждался в специальных методиках, позволяющих изучать объем протекающей через сердце крови. Такие методики были в распоряжении ученых в лейпцигском Институте физиологии. Опыты с их использованием и послужили причиной стремления Павлова в Лейпциг. К Гейденгайну же Павлов приехал, чтобы познакомиться с новыми методиками, используемыми в физиологии пищеварения. Однако сам он ставил опыты на моллюсках, изучая свойства гладкой мышцы, запирающей раковину [74].

Письмо Гейденгайна, сохраненное в архиве и относящееся к этому периоду, было направлено ученым в Лейпциг (Павлов, по-видимому, услышал в Лейпциге о том, что Гейденгайн собирается писать учебник по физиологии и осведомлялся об этом у учителя.)

«Бреслау, 31 января 1884 г.

Дорогой доктор!

Это абсолютно беспочвенная выдумка, сообщенная Вам в Лейпцигском институте, что я хочу писать учебник. Я никогда не думал о таком мероприятии. Меня очень заинтересовало, кто мог такое сочинить. Как давно Вам это сообщили? Я не давал ни малейшего повода к распространению таких слухов и не понимаю, откуда они взялись. Я надеюсь, что Вы чувствуете себя хорошо. У нас все идет по заведенному порядку.

С лучшими пожеланиями Р. Гейденгайн».

В приведенном письме обращает на себя внимание несколько болезненная реакция на сообщение Павлова. Такую реакцию можно понять, если принять во внимание отсутствие дружеских отношений между Людвигом и Гейденгайном, на что указывал и Павлов.

Манера исследовательской деятельности Гейденгайна, когда каждая работа начиналась с проверки опытов предстоящих исследователей по данной теме, приводила нередко к опровержению сделанных другими учеными заключений. В числе опровергнутых опытами Гейденгайна оказались и некоторые концепции, исходившие из института Людвиг. Это служило предметом постоянных разногласий между учеными, и их взаимная критика воспринималась обоими болезненно.

О переписке между Гейденгайном и Павловым за последующие годы ничего не известно. Сохранилось только письмо, датированное 26 марта 1894 г., посланное Гейденгайном Павлову в ответ на записку, направленную в Бреслау с доктором Орловым. Характер письма говорит о том, что Гейденгайн был в курсе всех успехов своего бывшего ученика. Он даже обращался к Павлову иначе:

«Дорогой коллега!

Сегодня у меня был доктор Орлов с Вашим любезным письмом. Я охотно предоставляю ему возможность работать у меня, но он должен набраться терпения на несколько недель, так как я завтра уезжаю в Италию и вернусь только в конце апреля.

Физиолого-гинекологическую тематику, правда, трудно будет разрабатывать, так как материал — выносливых подопытных животных — трудно доставать. Но поскольку доктор Орлов в основном хочет ознакомиться с экспериментальными методиками, он может с большой пользой заниматься ими с другими.

То, что Вы сейчас занимаете такое хорошее положение, очень меня обрадовало. Все Ваши труды меня в высшей степени интересуют потому, что они касаются области, очень близкой для меня, и демонстрируют большой прогресс.

Особенно заинтересовали меня Ваши исследования, проведенные с помощью экковской фистулы. Операция должна быть очень сложной, но зато и результат прекрасный.

Вы должны сообщить нам: что будет с печенью, если животное достаточно долго выживает, как образуется гликоген и как идет желчеобразование?

Скоро ли получит Лавдовский профессуру? Он же в высшей степени этого заслуживает.

С сердечным приветом Р. Гейденгайн».

Из письма вытекает, что Гейденгайн знал не только об успехах Павлова в науке, но и о продвижении его: Павлов к тому времени имел кафедру фармакологии в Военно-медицинской академии и лабораторию физиологии в Институте экспериментальной медицины.

Продолжая изучение пищеварения, Павлов успешно применил предложенную доктором Экком операцию соустья полой и воротной вен, с последующей перевязкой воротной вены, приводящей к тому, что кровь, притекающая от кишечника, не поступала в печень, а вливалась прямо в сосудистое русло.

На таких животных можно было наблюдать результаты нарушенного участия печени в трансформации веществ, всасывающихся в кишечнике. Эти опыты, очень важные для клиники, привлекали внимание всех ученых, интересующихся физиологией пищеварения. Естественно, что Гейденгайн проявил особый интерес к таким опытам. Приведенное письмо Гейденгайна к Павлову — последнее из сохранившихся.

Через три года Гейденгайна не стало.

В своих трудах по вопросам физиологии пищеварения Павлов и Гейденгайн постоянно цитировали друг друга. (Достаточно сказать, что в работах Павлова имя Гейденгайна, судя по указателю к Полному собранию сочинений, упоминается более 120 раз.)

Завершая книгу о Рудольфе Гейденгайне — ученом-гуманисте и талантливом учителе, хочется привести высказывание Павлова. «Что же сделал Гейденгайн для нашей науки? — писал он. — Науку, господа, принято сравнивать с постройкой. Как здесь, так и там трудится много народа, и здесь и там происходит разделение труда. Кто составляет план, одни кладут фундамент, другие возводят стены и т. д. Нет спору, что за Гейденгайном вместе с немногими нужно признать честь закладки нового этажа в современной физиологии» [14, с. 104].

1. Гельмгольц Г. Об академической свободе немецких университетов. М., 1879.
2. Бернал Дж. Наука в истории общества. М., 1956.
3. Молешотт Я. Физиологические эскизы. СПб., 1865.
4. Фогт К. Физиологические письма. Изд. 2-е. СПб., 1867.
5. Бюхнер Л. Физиологические картины. СПб., 1862.
6. Бернар К. Лекции по экспериментальной патологии. М.—Л., 1937.
7. Müller I. Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz, 1826; Berlin, 1840, 1844.
8. Rothschild K. Die Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
9. Köller G. Das Leben des Biologen I. Müller (1801—1858). Stuttgart, 1958.
10. Eulner H. Richard von Volkmann.— «Halleschen Monatschr», 1958, H. 11, N 5, S. 561—566.
11. Kruta V. J. E. Purkyne Physiologist (1787—1869). Prague, 1969.
12. Hürthle K. Physiologisches Institut. Sechundsiebziger Jahresher. Schless. Ges. Breslau, 1898.
13. Сеченов И. О деятельности Гальвани и Дюбуа Реймона в области животного электричества. М., 1899.
14. Павлов И. П. Памяти Р. Гейденгайна.— Полн. собр. соч., т. VI. М., 1952.
15. Zöllner F. Über den wissenschaftlichen Missbrauch der Vivisection. Leipzig, 1879.
16. Ярошевский М. Г., Чеснокова С. А. Уолтер Кеннон. М., 1976.
17. Кеннон У., Розенблют А. Повышение чувствительности денервированных структур. М., 1949.
18. Орбели Л. Новые представления об иннервации мышц.— В кн.: Первое совещание биогруппы АН СССР по физиологическим проблемам. М.—Л., 1937.
19. Орбели Л. Лекции по физиологии нервной системы. М.—Л., 1938.
20. Сеченов И. М. Физиология нервных центров. М., 1952.
21. Сеченов И. М. Автобиографические записки. М., 1952.
22. Рожнова М. А., Рожнов В. Е. Гипноз и чудесные исцеления. М., 1965.
23. Рожнов В. Е. Гипноз в медицине. М., 1954.

24. Данилевский В. Я. Сравнительные наблюдения над гипнозом животных.— В кн.: Физиологический сборник. Под ред. А. Я. Данилевского, В. Я. Данилевского. Харьков, 1888.
25. Удельнов М. Г. Нервная регуляция сердца. М., 1975.
26. Косицкий Г. И. Аfferентные системы сердца. М., 1975.
27. Waldeyer W. Über die Innervation des Lymphherzens bei Fro-schen.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1865, H. 2, S. 71—79.
28. Ostroumov A. Versuche über Hemmungsnerven der Hautgefä-  
se.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1876, Bd 12, S. 219—223.
29. Остроумов А. А. Об иннервации кровеносных сосудов.— «Мед.  
врач. вестн.», 1876, № 18, с. 285—289.
30. Bidder F., Schmidt C. Verdauungsaft und der Stoffwechsel. Mi-  
tau — Leipzig, 1852.
31. Руководство по физиологии. Под ред. Л. Германна. СПб., 1886.
32. Podolinsky S. Beiträge zur Kenntniss des Pankreatischen Eiweiss-  
fermentes. Diss. Breslau, 1876.
33. Шеповальников Н. П. Энтерокиназа кишечного сока. Дис. СПб.,  
1898.
34. Budge A. Neue Mitteilungen über die Lymphgefäße der Leber.—  
«Arb. Physiol. Anst.» Leipzig, 1875, S. 81—85.
35. Betz W. Über den Blutstrom in Leber insbesondere den in Leber  
Arterie.— «Sitzungsber. K. Akad. Wiss.», 1863, S. 238.
36. Bernstein N. Zur Physiologie der Bauchspeicheldrüse.—  
«Arb. Physiol. Anst.» Leipzig, 1867, S. 131—137.
37. Ludwig C. Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Bd II. 2 Aufl.  
Leipzig, 1861.
38. Гумилевский Г. И. О влиянии сокращений мышц конечностей  
на циркуляцию крови.— «Врач». 1886, т. VII, № 45, с. 690—694.
39. Orlow W. Einige Versuche über die Resorption in Bauchhöhle.—  
«Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1895, Bd 58.
40. Schummlansky Al. De structura renum tractatus physiologico-ana-  
tomicus edente. Würzburg, 1788.
41. Соболев Л. С. История микроскопа и микроскопических исследо-  
ваний. М.— Л., 1949.
42. Bownmann W. On the structure and use of the Malpighian bodies  
of the kidney.— «Philos. Trans. Roy. Soc.». London, 1842.
43. Ludwig C. De wiribus physicis secretionen urinae adjuvantiti-  
bus. Marburg, 1842.
44. Ludwig C. Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecre-  
tion. Marburg, 1843.
45. Ludwig C. Nieren und Harnbereitung. Wagner's Handwörterbuch  
der Physiologie, Bd II. Berlin, 1844.
46. Schachowa W. Untersuchungen über die Nieren. Diss. Bern, 1876.
47. Ludwig C., Zawarykin Th. Zur Anatomie der Niere.— «Sitzungs-  
ber. K. Akad. Wiss. Wien.», 1863, S. 691—788.
48. Zawarykin F. Zur Anatomie und Blutgefäße der Niere.— «Arb.  
Physiol. Anst.» Leipzig, 1868.
49. Устимович К. Н. Экспериментальные исследования теории мо-  
чеотделения. Дис. докт. СПб., 1875.
50. Rusznyak J. F. Physiologie und Pathologie des Lymphkreislaufes.  
Budapest, 1957.
51. Fleischl E. Von der Lymphe und Lymphgefäßen der Leber.—  
«Arb. Physiol. Anst.» Leipzig, 1874, S. 24.

52. *Tomsa W.* Beitrage zur Lymphbildung.— «Sitzungsber. Wiener Akad. math. phys. Abt.», 1877, Bd 46, S. 17.
53. *Paschutin W.* Über die Absonderung der Lymphe in Arme des Hundes.— «Ber. math. phys. Cl. K. Sachs. Ges.», 1873, Bd 21, S. 175—180.
54. *Brasol L. von.* Wie entlädt sich das Blut von Überschusse des Zuckers.— «Arb. Physiol. Anst.», Leipzig, 1884, s. 75—86.
55. *Тимирязев К. А.* Витализм и наука.— Избр. соч., т. III. М., 1949.
56. *Rothschuh K.* History of physiology. Huntington — New York. 1973.
57. *Du Bois Reimond E.* Reden. Über Neovitalismus.— In: Reden, Bd II. Leipzig. 1911, S. 420.
58. *Гукасян А. А.* Остроумов и его клинико-теоретические взгляды. М., 1950.
59. *Podolinsky S.* Zur Frage über den pankreatischen Eiweissfermentes.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1876, Bd XI. S. 664—678.
60. *Кохан А. И.* Забытый физиолог.— С. А. Подолинский (1850—1891).— «Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова», 1973, т. LIX, № 8, с. 1296—1297.
61. *Navalichin I.* Myothermische Untersuchungen.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.». 1877. Bd 14, S. 293—299.
62. *Bubnof N.* Über Erregung und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Gehirnzentren.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1881, Bd XXVIII, S. 450—459 (mit Heidenhain).
63. *Коштовани Х. С.* Деятели отечественной физиологии.— «Мед. раб.», 1957. 27 ноября.
64. *Wedensky N. E.* Über den Einfluss elektrischer Vagusreizung auf die Athembewegungen bei Säugetieren.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1882. Bd XXVIII, S. 316—331.
65. *Afanasiev M.* Anatomische Veränderungen der Leber während verschiedene Tätigkeitszustände. 1883.
66. *Rogowich N.* Über pseudomotorische Einwirkung der Ansa Vieusenii auf die Gesichtsmuskeln.— «Bresl. Arztl. Z.», 1885, N 17 (mit Heidenhain).
67. *Rogowich N.* Beitrag zur Kenntniss der Lymphbildung.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.». 1885. Bd XXXVI, S. 252.
68. *Ott D.* Über die Folgen der Kochsalztransfusion für den Organismus.— «Arch Gynecol.», 1885, Bd XX. H. 2, S. 16—25.
69. *Lawdovsky D.* Zur Kenntniss der Lymphbildung.— «Arch. mikr. Anat.», 1877, Bd XIII. S. 335—341.
70. *Lewaschow S.* Über die Leitung der Erregung von den Grosshirnhemisphären an der Extremitäten.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.». 1885, Bd XXXVII, S. 32—52.
71. *Gumilewsky G.* Über Resorption in Dünndarm.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.». 1886, Bd XXXI, S. 16—24.
72. *Chuevsky I.* Vergleichende Bestimmung der Angaben des Quecksilber und Federmanometers in Beweis auf den mittleren Blutdruck.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1895, Bd LVIII, S. 101—106.
73. *Pawlov I.* Folgen der Unterbindung Pancreasganges bei Kaninchen.— «Pflügers Arch. Ges. Physiol.», 1878, Bd XVI, S. 123.
74. *Pawlov I.* Wie die Muschel ihre Schale öffnet.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1885, Bd XXXVII, S. 6.

1856—1860

- Historisches und experimentelles Muskeltonus.— «Müller's Arch.», 1856, S. 200—229.
- Über Wiederlangung der erloschenen Erregbarkeit der Muskeln durch constante galvanische Ströme.— In: Physiologische Studien. Berlin, 1856, S. 51—56.
- Beitrag zur Kenntniss des Zukunsgesetzes.— «Arch. für phys. Heilkunde», 1857, S. 442—481.
- Zur Physiologie des Blutes. Ueber die Blutmenge der Säugetiere mit besonderer Rücksicht auf Welcker's Methode der Blütbestimmung.— «Arch. für phys. Heilkunde», 1857, S. 507—543.
- Über eine eigentümliche Einwirkung der Kohlensäure auf das Haematin.— «Arch. für phys. Heilkunde», 1857, S. 230—241.
- Erortungen über die Bewegungen des Froschherzens.— «Müller's Arch.», 1858, S. 479—505.
- Die Absorptionsswege des Fettes. J. Moleschott (Hrsg.).— «Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere», 1858, Bd IV, S. 251—284.
- Versuche über den Tonus des Blassenschliessmuskels.— «Müller's Arch.», 1858, S. 437—452.

1861—1870

- Erregbarkeit der Nerven an verschiedenen Punkten ihres Verlaufes.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1861, H. 1, S. 1—17.
- Histologische und physiologische Mitteilungen.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1861, H. 1, S. 177—185.
- Notizen über die Bewegungserscheinungen, welche das Protoplasma in Pflanzenzellen zeigt.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1863, H. 2, S. 52—67.
- Weitere Beiträge zur Kenntniss der Gallensecretion.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1863, H. 2, S. 68—71.
- Über das Verhalten der Kohlensäure gegen Lösungen von Phosphorsäuren Natron.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1863, H. 2, S. 72—76.
- Zur Kenntniss des hyalinen Körpers.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1864, H. 2, S. 1—8.
- Über den Einfluss des N. accessorius Willisii auf die Herzbewegung.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1865, H. 3, S. 109—118.



Über einige Verhältnisse des Baues und der Thätigkeit der Speicheldrüsen.— «Cbl. med. Wiss.», 1866, N 9, S. 1—3.

Aufklärung die «Entgegnung» des Herrn Ranke.— «Cbl. med. Wiss.», 1868, N 53, S. 1—2.

Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1868, H. 4, S. 1—3.

Weitere Beobachtungen betreffend die Gallensecretion.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1868, H. 4, S. 226—247.

Über eine neue Theorie von Cyon.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1870, Bd III, S. 551—558.

Über bisher unbeachtete Einwirkungen des Nervensystems auf die Körpertemperatur und den Kreislauf.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1870, Bd III, S. 504—565.

Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen.— «Arch. mikr. Anat.», 1870, Bd 6, S. 368—401.

Über Ad. Ficks experimentellen Beweis für die Gültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft bei der Muskelzusammenziehung.— «Stud. Bresl. physiol. Inst.», 1870, H. VI, S. 126—138.

#### 1871—1880

Bemerkungen über die Brünner'schen Drüsen.— «Arch. mikr. Anat.», 1871, Bd 7, S. 1—2.

Erneute Beobachtungen über den Einfluss des vasomotorischen Nervensystems auf den Kreislauf und die Körpertemperatur.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1871, Bd IV, S. 77—113.

Die Bemerkungen zur Artikel von Riegel.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1872, Bd VI, S. 161—176.

Über die Wirkung einiger Gifte auf die Nerven der Glandula submaxillaris.— «Arch. mikr. Anat.», 1872, Bd 8, S. 309—318.

Versuche über den Vorgang der Harnabsonderung.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1874, Bd IX, S. 1—27 (mit A. Neisser).

Beiträge zur Kenntniss des Pancreas.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1875, Bd X, S. 557—632.

Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren.— «Arch. mikr. Anat.», 1875, Bd 10, S. 1—50.

Über secretorische und trophische Drüsenerven.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1878, Bd XVII, S. 1—67.

Über die Pepsinbildung in der Pylorusdrüsen.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1878, Bd XVIII, S. 169—171.

Über die Absonderung der Fundusdrüsen des Magens.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1879, Bd XX, S. 149—166.

Die Vivisection im Dienste der Heilkunde. Leipzig, 1879.

Der sogenannte tierische Magnetismus.— In: Physiologische Beobachtungen. Leipzig, 1880.

Halbseitiger Hypnotismus. Hypnotische Aphasie. Farbenblindheit und Mangel des Temperatursinnes bei Hypnotischen.— «Bresl. Arztl. Z.», 1880, N 4.

Zur Kritik hypnotischer Untersuchungen.— «Bresl. Arztl. Z.», 1880, N 5.

#### 1881—1890

Über Erregung und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirn-Zentren.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1881, Bd XXV, S. 450—459 (mit A. Bubnof).

- Über der Lymphbildung.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1881, Bd XXVI, S. 250—259.
- Über Erregung und Hemmung.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1881, Bd XXVI, S. 546—557.
- Über pseudomotorische Nervenwirkungen.— «Arch. Anat. und Physiol.», Physiol. Abt. Suppl., 1883, S. 133—447.
- Vivisection. Leipzig, 1884.
- Aus den Verhandlungen der medizinischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterlandische Cultur.— «Bresl. Arztl. Z.», 1885, N 17.
- Über pseudomotorischen Einwirkung der Ansa Vieussenii auf die Gesichtsmuskeln.— «Bresl. Arztl. Z.», 1885, N 17 (mit N. Rogowich).

#### 1890—1895

- Versuche und Fragen zur Lehre von der Lymphbildung.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1891, Bd XLIX, S. 1—93.
- Hermann von Helmholtz.— «Bresl. Arztl. Z.», 1891, N 5.
- Historische Notiz, betreffend die Berechnung der Herzarbeit.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1891, Bd LII, S. 215—222.
- Über die Resorption in Dünndarm.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1893, Bd LIV, S. 345—356.
- Neue Versuche über Aufsaugung im Dünndarm.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1894, Bd LVI, S. 579—640.
- Gedactnissrede auf Hermann von Helmholtz.— «Jahresber. Schles. Ges.», 1894, S. 1—20.
- Bemerkungen und Versuche betreffs der Resorption in der Bauchhöhle.— «Pflügers Arch. ges. Physiol.», 1895, Bd LXII, S. 320—331.

#### **Работы Р. Гейденгайна, переведенные на русский язык**

- Лекция о гипнозе.— В кн.: Физиология сна и сновидений. Одесса, 1880.
- Так называемый животный магнетизм. Физиологические наблюдения д-ра Рудольфа Гейденгайна. Пер. с нем. д-ра Павлова. СПб., 1881.
- Физиология отделительных процессов. СПб., 1886.
- Физиология пищеварения. Физиология отделений. Физиология лимфообращения.— В кн.: Руководство по физиологии. Под ред. Л. Германна. СПб., 1886.

## Литература о Р. Гейденгайне

---

- Waldeyer W.* Harz.— In: *Lebenerinnerungen*. Bonn, 1920.
- Grützner P.* Zum Andenken an Rudolf Heidenhain.— «Arch. ges. Physiol.», 1898, Bd LII, S. 221.
- Hürthle K.* Zum Gedächtniss an Rudolf Heidenhain. Rede. Sitzung der Schlesischen Gesellschaft für vaterlandische Cultur in der Aula Leopoldina. 13 Oct, 1898.
- Rothschuh K.*— In: *History of Physiology*. Huntington — New York, 1973.
- Rothschuh K.* Rudolf Peter Heidenhain.— «Neue Deutsche Biographie», 1969, Bd 8, S. 247.
- Schwann S. R.* Heidenhain.— In: *Scienziati e технологи*, t. 2. Mondadori, 1976.
- Tschesnokowa S., Lindemann M.* Wissenschaftliche Kontakte zwischen Physiologen aus Russland und aus Deutschland in der zweiten Hälfte vorigen Jahrhunderts.— «Schriftenreihe für Geschichte der Naturwiss», H. 1. Leipzig, 1970, S. 86.
- Tschesnokowa S., Lindemann M.* Russische Physiologen in den Laboratorien von K. Ludwig.— «Wiss. Z. Karl-Marx Univ. Math. Naturwiss. Reihe», 1970, Jahrg. 19, H. 2.
- Чеснокова С. А.* Карл Людвиг. М., 1973.
- Чеснокова С. А.* Деятельность отечественных ученых в лабораториях немецких физиологов во второй половине XIX — начале XX века.— В кн.: *Итоги и перспективы научных исследований по истории медицины*. Кишинев. 1973.
- Чеснокова С. А., Линдеманн М.* О научных связях русских и немецких физиологов.— В кн.: *Из истории биологии*, вып. 3. М., 1971.
- Чеснокова С. А., Линдеманн М.* Деятельность Р. Гейденгайна и его русских учеников.— XII съезд Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова. Тезисы научных докладов, т. III. Тбилиси, 1976.

## Содержание

---

От автора . . . . .	5
Предпосылки развития физиологии к середине XIX в. . . .	7
Жизнь Р. Гейденгайна . . . . .	20
Работы по физиологии мышц, нервов, центральной нервной системы . . . . .	36
Исследования по физиологии кровообращения . . . . .	52
Изучение пищеварения . . . . .	61
Труды по физиологии почек . . . . .	84
Работы, посвященные механизмам лимфообразования . . .	92
Мировоззрение и научная школа Р. Гейденгайна . . . .	108
Литература . . . . .	137
Основные труды Р. Гейденгайна . . . . .	140
Работы Р. Гейденгайна, переведенные на русский язык	142
Литература о Р. Гейденгайне . . . . .	143

Софья Александровна Чеснокова

Рудольф Гейденгайн

(1834—1897)

*Утверждено к печати редколлегией серии  
научно-популярных изданий Академии наук СССР*

Редактор Л. И. Приходько. Художественный редактор В. Г. Ефимов.  
Технический редактор Р. Г. Грузинова. Корректор А. А. Смогилева.

ИБ N 7384

Сдано в набор 20/IX 1977 г. Подписано к печати 6/І 1978 г. Формат 84×108<sup>2</sup>/<sub>32</sub>.  
Бумага № 2. Усл. печ. л. 7,56. Уч.-изд. л. 7,6. Тираж 17200. Т-03807.  
Тип. зак. 2890. Цена 45 коп.

Издательство «Наука». 117485, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 94а.  
2-я типография издательства «Наука»  
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



*С. А. Чеснокова*

**Рудольф  
ГЕЙДЕНТАЙН**



ВЫШЛА ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

---

М. А. Глазовская, Е. И. Парфенова, А. И. Перельман

**Борис Борисович ПОЛЫНОВ**

(1877—1952)

7,7 л. 46 к.

Эта книга — научная биография выдающегося советского почвовед, геохимика и географа академика Б. Б. Полынова. Авторы рассказывают о его экспедициях в Амурскую тайгу, в Донские степи, в полупустыни Монголии и Прикаспия, влажные субтропики Грузии, о его педагогической деятельности, о его замечательной способности к научному синтезу, позволившему рассмотреть процессы, протекающие в почвах, ландшафтах и биосфере в целом, заложить основы двух важных научных направлений — геохимии ландшафта и геохимии коры выветривания. Читатель узнает о развитии этих направлений в наши дни, об их значении для поиска полезных ископаемых и решения проблем охраны природы.

Для получения книги почтой заказы просим направлять по адресу:  
**117464 МОСКВА, В-464, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»;**  
**197110 ЛЕНИНГРАД, П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайшие магазины «Академкнига».**