

П-1

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА

THE JOURNAL OF PHYSIOLOGY
OF THE USSR



ТОМ XXIII

ВЫП. 2

НАРКОМЗДРАВ СССР · БИОМЕДГИЗ
МОСКВА · 1937

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА

ОСНОВАН И. П. ПАВЛОВЫМ В 1917 г.

ОРГАН ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА
ФИЗИОЛОГОВ, БИОХИМИКОВ И ФАРМАКОЛОГОВ

РЕДАКЦИЯ:

Проф. И. С. БЕРИТОВ, акад. А. А. БОГОМОЛЕЦ, проф. К. М. БЫКОВ, проф. Д. С. ВОРОНЦОВ, проф. Б. И. ЗБАРСКИЙ, В. М. КАГАНОВ, проф. С. Я. КАПЛАНСКИЙ (отв. секретарь), проф. Х. С. КОШТОЯНЦ, проф. А. А. ЛИХАЧЕВ, проф. Е. С. ЛОНДОН, акад. Л. А. ОРБЕЛИ (отв. редактор), акад. А. В. ПАЛЛАДИН, проф. И. П. РАЗЕНКОВ (отв. редактор), проф. А. Д. СПЕРАНСКИЙ (отв. редактор), акад. А. А. УХТОМСКИЙ (отв. редактор), проф. Л. Н. ФЕДОРОВ (отв. редактор), проф. М. Н. ШАТЕРНИКОВ, проф. Л. С. ШТЕРН

ТОМ XXIII. ВЫП. 2

инв. 1046

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ И МЕДИЦИНСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА—1937



Отв. редакторы:

Л. А. Орбели, И. П. Разенков, А. Д. Сперанский, А. А. Ухтомский, Л. Н. Федоров

Сдано в пр-во 10.IX.1937 г.

Подп. к печати 9.XI.1937 г.

Техн. редактор Е. Болдырева

Выпускающий М. В. Аксентфельд

Заказ 1269

Биомедгиз № 376

Формат 72×105/16

Тираж 1900

Уполн. Главлита Б—31234.

10¹/₂ печ. л.

15,5 авт. л.

в 1 п. л. 60 000 зн.

15-я типография ОГИЗ треста «Полиграфкнига». Москва, Мал. Дмитровка, 18.

Н. Е. ВВЕДЕНСКИЙ

ПО ПОВОДУ 15-ЛЕТИЯ СО ДНЯ КОНЧИНЫ

А. А. Ухтомский

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

Н. Е. давно получил серьезную и прочную оценку у физиологов заграницы, он был постоянным представителем русской физиологии в Международном комитете по созыву физиологических съездов, он был избираем почетным председателем конгрессов, в то же время он очень мало был оценен в царской России, среди русской интеллигенции.

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

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

Н. Е. слова Emil Du Bois-Reymond: «Пятнадцать лет моей жизни было поглощено созерцанием магнитной стрелки гальванометра». Сам о себе в последнюю беседу со мной тотчас после его юбилейного чествования взволнованный Н. Е. сказал: «Ведь можно сказать, что я провел жизнь в обществе нервно-мышечного препарата».

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

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

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

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

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

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

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

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

Kronecker успел сообщить об этом Helmholtz, имевшему свою физическую лабораторию этажом выше. Глубокой ночью Helmholtz спустился вниз, чтобы видеть и слышать телефонические опыты Введенского на нерве и был первым их аппробатором. Du Bois Reymond последовал за ним.

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

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

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

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

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

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

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

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

ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛЬНОГО СТИМУЛА

Ю. М. Уфлянд и Н. А. ШошинаИз кафедры физиологии II Ленинградского
медицинского института

Поступила в редакцию 25.X.1936 г.

1

Производя анализ *Wendungseffekt* при ритмическом раздражении обычного нервно-мышечного препарата лягушки то гальваническим током, то индукционными ударами, то разрядами конденсатора, мы столкнулись с ясно выраженным явлением — большей отзывчивостью препарата на определенный характер электрического раздражения (1). По отношению к действию ритмических разрядов конденсаторов обращало на себя внимание, что почти прекратившиеся сокращения мышцы удавалось вновь вызвать при перемене емкости конденсатора, иначе говоря, при изменении длительности отдельного разряда.

С аналогичным явлением встретился один из нас (2), сравнивая результаты экспериментов при употреблении хронаксиметра переменных емкостей и прибора переменных сопротивлений. Получаемые при этом различные величины хронаксии для различных объектов возможно было объяснить, помимо физических причин, неодинаковой отзывчивостью объектов на конфигурацию электрического раздражения, получаемого при помощи хронаксиметра переменных емкостей и хронаксиметра переменных сопротивлений.

Исходя из указанных наблюдений, надо было ожидать, что характер применяемого электрического раздражителя в значительной мере определяет эффект сокращения мышцы. Н. Е. Введенский (3) в классической работе «О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе» ясно показал зависимость проявления возбуждения (сокращения мышцы) от силы и частоты применяемого раздражителя. Однако, несомненно, что эффект определяется не только силой и частотой раздражения, но и другими характеристиками электрического стимула. Электрическое раздражение будет приближаться к вполне адекватному раздражителю только в том случае, если при его применении лабильность субстрата будет поднята до определенного уровня, иными словами, если произойдет достаточно отчетливое усвоение ритма [А. А. Ухтомский (4)]. Для того чтобы уметь подбирать наиболее адекватные раздражители в каждом отдельном конкретном случае, нужно уметь владеть не только силой и частотой раздражителя, но и другими его сторонами, как длительность отдельного стимула, скорость его возникновения и его исчезновения и др.

Ряд исследований [в особенности работа Кирзона (5)] показывает, что применение более длительных стимулов для раздражения вегетативной нервной системы (толчки гальванического тока у Кирзона, разряды конденсаторов у ряда иностранных исследователей) вызывает эффект возбуждения легче и отчетливее, чем использование таких кратковременных стимулов, как индукционные удары. Мы решили проанализировать значение этого фактора — длительности отдельного импульса — для классического нервно-мышечного препарата лягушки.

Оставляя в стороне вопрос о действии одиночных конденсаторных разрядов различной длительности, начнем с разбора влияния конденсаторных разрядов, так как обычные явления *ortimum* и *res-simum* силы и частоты раздражения наблюдаются тогда, когда отдельные раздражения являются составной частью целого тетанического ряда. Для посылки разрядов конденсаторов с определенным ритмом служила специальная установка (рис. 1).

Ток подавался в установку от аккумуляторов (в зависимости от надобности от 1 до 8 V), регулировался потенциометром *P*; зарядка и разрядка конденсаторов производились при помощи прерывателя *J*; при замыкании цепи между лапками *a* и *b* конденсатор заряжается; при вращении прерывателя и замыкания цепи между лапками *b* и *c* конденсатор *K* разряжается. Разрядка производится через электроды иногда без добавочных шунтов, иногда со специальными шунтами [на рис. 1 изображены сопротивления по типу шунта Lapicque (6)]. В зависимости от скорости вращения цилиндра прерывателя частота наносимых раздражений может варьировать в пределах от нескольких до 170—180 разрядов в секунду.

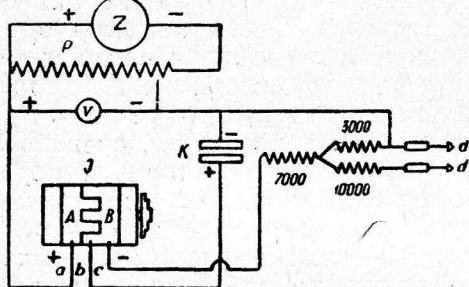


Рис. 1. Схема расположения аппаратуры для вызова тетануса при помощи конденсаторных разрядов. *Z* — аккумуляторы, *P* — потенциометр, *V* — вольтметр, *K* — магазин емкостей, *J* — прерыватель, приводимый в движение мотором, *A* и *B* — две половинки вращающегося цилиндра, отделенные друг от друга изоляцией по зубчатой линии, *a*, *b* и *c* — три металлические лапки, скользящие по поверхности цилиндра *AB*, *d-d* — неполяризующиеся глиняные электроды

В этих условиях мы легко получаем тетанические сокращения. Исследования начались с обычного препарата *n. ischiadicus—m. gastrocnemius* лягушки; напряжение тока в отдельных опытах сильно варьировало — от 0,5 до 6 V; напряжение бралось меньше для возбудимых препаратов и больше для тех объектов, у которых порог раздражимости был высок; о пороге возбудимости мы судили по минимальному напряжению тока, заряжающего конденсатор в 1 μF и необходимого для вызова порогового сокращения; частота раздражения применялась обычно в пределах 70—150 в секунду. При этих условиях мы встретились с затруднением: *m. gastrocnemius* довольно часто давал тонусоподобные сокращения при раздражении длительными разрядами. Тогда, исходя из мысли, что отдельные мышцы должны обладать неодинаковой лабильностью, мы начали исследовать различные мышцы, приготавливая двойные препараты: сначала *m. gastrocnemius* и *m. triceps*, а затем *m. triceps* и *m. semitendinosus*. Наиболее удобным объектом оказался последний мускул, так как на нем развивающиеся длительные сокращения при употреблении конденсаторов выражены наиболее слабо.

При этих условиях нам удалось показать, что тетанические сокращения мышц, вызванные ритмичным рядом конденсаторных разрядов, могут быть заторможены при переходе на разряды конденсатора большей емкости и сокращения могут снова вернуться к прежней высоте при обратном переходе на меньшую емкость.

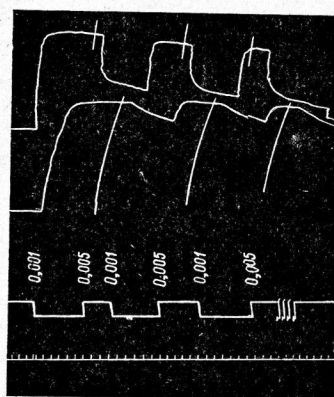
В качестве примера приведена миограмма на рис. 2. Порог раздражения препарата при конденсаторе в 1 μF —0,1 V. Ритмичные разряды конденсатора в 0,001 μF (напряжение 1 V и частота 150 в

секунду) вызывают сплошной тетанус и на *m. semitendinosus*, и на *m. triceps*. Быстрый переход на емкость в $0,005 \mu\text{F}$ при том же напряжении и частоте вызывает резкое падение кривой *m. semitendinosus* и менее выраженное опускание кривой *m. triceps*. Обратный переход от емкости в $0,005 \mu\text{F}$ к емкости в $0,001 \mu\text{F}$ обуславливает усиление сокращений обеих мышц. На данной миограмме этот цикл повторен дважды.

Мы видим, что перемена крутизны разряда, длительности разряда конденсатора вызывает такие же резкие колебания сократительной способности мышц, какие обычно наблюдаются при изменении силы и частоты тетанических раздражений. Наряду с явлениями optimum и pessimum силы и частоты раздражения мы можем поставить и описанный только что феномен как optimum и pessimum длительности отдельных стимулов.

Переход оптимального сокращения в пессимальное и наоборот при смене емкостей происходит обычно в том случае, если эта смена происходит быстро и без перерыва раздражения; в нашей методике

Рис. 2. Миограмма № 47 от 3.XII. 1935 г. Наверху — *m. semitend.*, ниже — *m. tric.*, еще ниже отметчик смены емкостей и под ним отметчик времени (сек.). Напряжение тока 1 V, частота раздражений 150 в сек. Явления pessimum получены на обеих мышцах при емкости в $0,005 \mu\text{F}$, а optimum получен при конденсаторе в $0,001 \mu\text{F}$. Конденсаторы разряжаются через объект без дополнительных шунтов



это осуществляется одновременным нажимом правой и левой руки на две клавиши — одна из них выключает конденсатор определенной емкости, а другая включает конденсатор желательной емкости. Если вызывать optimum и pessimum, прерывая раздражения, то уловить их очень трудно; об этом же говорит и Введенский [см. (3), стр. 134], разбирая условия, при которых легче всего уловить явления optimum и pessimum.

На рис. 2 приведен опыт, где применялось раздражение без добавочных шунтов; в этом случае быстрота разряда зависит в значительной степени от сопротивления интраполярного участка нерва, которое к тому же колеблется у разных препаратов и в течение самого опыта. Поэтому для элиминирования значения сопротивления объекта мы в большинстве экспериментов применяли шунт Lapicque, основанный на комбинации последовательного и параллельного включений (см. рис. 1). Естественно, что порог возбудимости при этом сдвигался. Если в отсутствии шунта для получения порогового эффекта при применении конденсатора в $1 \mu\text{F}$ требовались напряжения, измеряемые сотыми долями вольта (от 0,02 и максимум до 0,1 V), то при включении шунта Lapicque порог повышался до десятых долей вольта (чаще всего 0,2—0,4 V). Общее сопротивление цепи с объектом, принимая сопротивление электродов и интерполярного участка нерва за 100 000 Ω , будет равняться приблизительно 10 000 Ω . В этих усло-

виях также получается феномен, названный нами *optimum* и *pessimum* длительности отдельного стимула; необходимо только применять более высокое напряжение и более крупные емкости. На рис. 3 приведена миограмма, полученная при применении шунта Larisqee. Порог при конденсаторе в $1\ \mu\text{F}$ равен $0,5\ \text{V}$. При напряжении в $5\ \text{V}$ и частоте раздражений 150 в секунду включение емкости в $0,005\ \mu\text{F}$ вызывает сильное сокращение обеих мышц; переход за $0,007\ \mu\text{F}$ (подъем линии отметчика) усиливает сокращения. Переход же на $0,01\ \mu\text{F}$ (опускание линии) влечет за собой резкое опускание обеих кривых; переход вновь на емкость в $0,005\ \mu\text{F}$ усиливает сокращение до прежних размеров; дальнейшее уменьшение емкости, переход на $0,002\ \mu\text{F}$, вызывает опускание кривых. Мы видим, что емкость в $0,005\ \mu\text{F}$, которая без шунта, при более медленном разряде, уже соответствует *pessimum* сокращения (рис. 2), в данной серии опытов является оптимальной; *pessimum* сдвигается от тысячных долей микрофарады к сотым долям.

При уменьшении шунтового сопротивления необходимое напряжение тока, естественно, еще более повышается, но феномен полностью сохраняется. На рис. 4 приведена миограмма опыта, где применялся шунт в $1700\ \Omega$ (включен параллельно препарату). В этих условиях при напряжении в $6\ \text{V}$ и частоте 100 в секунду переход с конденсатора в $0,005\ \mu\text{F}$ на конденсатор в $0,02\ \mu\text{F}$ вызывает падение кривых обеих мышц, а обратное уменьшение емкости до прежней величины в $0,005\ \mu\text{F}$ является причиной возвращения кривой к прежнему высокому уровню. Надо отметить, что с уменьшением общего сопротивления цепи до $1700\ \Omega$ явление *pessimum* можно наблюдать, перейдя к еще более длительным толчкам тока, соответствующим кривой разряда конденсатора в $0,02\ \mu\text{F}$. Несомненно, заслуживает внимания тот факт, что как расслабление мышцы при удлинении времени разряда, так и повышение кривой сокращения при уменьшении длительности отдельного раздражения выражено значительно резче на *m. semitendinosus* и *m. triceps*, сокращения которого содержат в себе значительный тонический компонент, реагирует более вяло на смену емкостей—это особенно резко видно на миограммах рис. 2 и 4 и слабее на рис. 3.

Неправильно было бы думать, что при включении параллельных препарату сопротивлений всегда приходится пользоваться высоким напряжением тока (5 – $6\ \text{V}$); решающим являются и величина шунтового сопротивления, и возбудимость самого препарата. Мы можем отметить, что весенние партии лягушек, не зимовавшие в лаборатории, обнаруживают по отношению к конденсаторным раздражениям весьма высокую возбудимость, а потому на них тот же феномен перехода *optimum* в *pessimum* можно наблюдать при значительно меньшем напряжении; на рис. 5 приведена миограмма, где при наличии шунта в $1700\ \Omega$, при напряжении тока лишь в $2\ \text{V}$ и частоте 100 в секунду смена емкостей с $0,01$ на $0,02\ \mu\text{F}$ вызывает отчетливый *optimum*—*pessimum* на обеих мышцах—на *m. triceps* и *m. semitendinosus*. Получение пессимального сокращения при относительно малом напряжении, но при сравнительно больших емкостях связано с высокой возбудимостью препарата; несмотря на шунтовое сопротивление в $1700\ \Omega$, пороговое напряжение для конденсатора в $1\ \mu\text{F}$ равнялось всего $0,06\ \text{V}$.

Описываемые явления представляют интерес только в том случае, если они принадлежат к категории физиологических, а не физиче-

ских явлений. Иначе говоря, не может ли наступать падение кривой сокращения в силу физического ослабления электрического раздражения при переходе к более длительным импульсам. Несомненно, что за определенный интервал времени между двумя соседними импульсами конденсатор большей емкости успеет разрядиться на относительно меньшую величину. Так как мы брали напряжение обычно раз в 10 больше, чем пороговое напряжение для конденсатора в $1 \mu\text{F}$, и пользо-

зовались исключительно емкостями в тысячные и сотые доли микрофарады, то данное напряжение лишь незначительно превышало по-

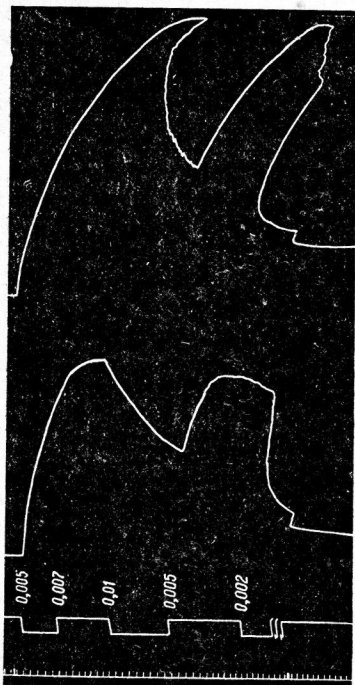


Рис. 3. Mioграмма № 58 от 21.XII.1935 г. Наверху — *m. tris.*, ниже — *m. semitend.*, нижняя линия — отметчик времени (сек.), над ней линия электроотметчика — опускание и подъем обозначает момент перехода с одной емкости на другую. Напряжение тока 5 V, частота раздражений 150 в сек. Optimum получен при конденсаторе в $0,005 \mu\text{F}$, а pessimum при $0,01 \mu\text{F}$. Несколько частых колебаний линии электроотметчика соответствуют моменту прекращения раздражения. В цепь введен шунт Lapicque

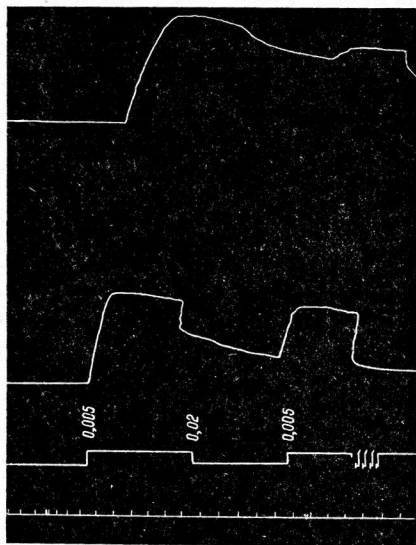


Рис. 4. Mioграмма № 66 от 21.I.1936 г. Наверху — *m. tris.*, ниже — *m. semitend.*, еще ниже отметчик смены емкостей, внизу — отметчик времени (сек.). Напряжение тока 6 V, частота раздражений 100 в сек. Подъем линии отметчика соответствует включению конденсатора в $0,005 \mu\text{F}$; опускание линии — переход на емкость в $0,02 \mu\text{F}$. 2-й подъем — обратная смена конденсатора в $0,005 \mu\text{F}$. Несколько колебаний линии отметчика — выключение раздражителя. Параллельно препарату введен шунт в 1700Ω .

рог. Физиологическое действие разряда конденсатора зависит от начальной быстро спадающей части; несомненно, что при тех токах, которыми мы пользовались, напряжения, опускающиеся до $1/20$ первоначального заряда, лежат значительно ниже возможного порога. Так как максимальная частота раздражений в наших экспериментах была около 150 в секунду, то на каждый цикл зарядки и разрядки могло уходить приблизительно 6 σ . Металлические вращающиеся зубцы прерывателя равномерно заряжали и разряжали соответственные емкости; таким образом, разряд мог продолжаться 3 σ . Время разряда $t = RC \lg e^n$ где t — время в секундах, R — сопротивление цепи

в омах, C — емкость конденсатора в фарадах, e — основание натурального логарифма, равное 2,71828, и n — число, указывающее, во сколько раз уменьшится первоначальный заряд конденсатора за данное время t . Считая сопротивление цепи, главным образом объекта, за $10^5 \Omega$, мы можем высчитать, что за время в 0,003 секунды падение напряжения тех емкостей, которыми мы обычно в этих условиях пользовались (рис. 2; емкость 0,001—0,005 μF), происходит значительно ниже $1/20$ начального заряда. Поэтому объяснить получавшееся в этих условиях падение кривой мышцы тем, что с увеличением емкости соответственный конденсатор не сможет проявить своего раздражающего действия в течение 3 σ , не приходится. Так, емкость в 0,005 μF при сопротивлении цепи в $10^5 \Omega$ разряжается до $1/20$ начального заряда в течение 1,5 σ , но, несомненно, емкости, измеряемые

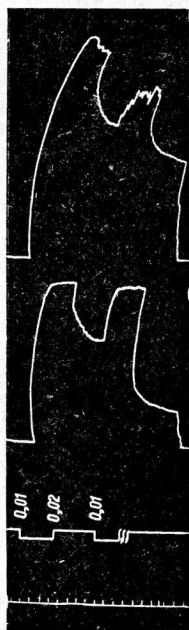


Рис. 5. Миограмма № 97 от 25.V. 1936 г. Наверху — *m. tris.*, ниже — *m. semitend.*, под ним — отметчик смены емкостей, еще ниже — отметчик времени (сек.). Опускание линии соответствует включению конденсатора в 0,01 μF (*optimum*), подъем линии — переход на емкость в 0,02 μF (*pessimum*); 2-е опускание линии — обратный переход на конденсатор в 0,01 μF ; несколько зубцов подряд — прекращение раздражения. Напряжение тока 2 V, частота раздражений 100 в сек. В цепь введено сопротивление в 1700 Ω параллельно препарату

сотыми долями микрофарады, могут не успевать достаточно (заряжаться и разряжаться в интервал в 3 σ . Поэтому в значительной части исследований и применялся шунт Larisquie (рис. 3), который, снижая общее сопротивление до $10^4 \Omega$, позволяет оперировать и тысячными, и сотыми долями микрофард. В этих условиях разряды до $1/20$ начального напряжения тех конденсаторов, при которых наблюдалось явление *pessimum*, происходят в течение 0,6 σ ; следовательно, в течение 3 σ заряд может упасть в несколько сот раз. И, наконец, в последней серии опытов (рис. 4) применялся шунт в 1700 Ω , что позволяет оперировать не только сотыми, но и десятими долями микрофарады; в этих условиях время разряда до $1/20$ начального уровня конденсатора в 0,02 μF продолжается 0,1 σ ; в течение же 3 σ заряд падает во много сотен раз.

Все эти серии экспериментов с введением параллельных шунтов, создающих условия для более быстрого разряда конденсатора, показывают, что при тех частотах раздражений, которыми мы пользовались, не может быть и речи об ослаблении действия ритмичных конденсаторных разрядов в физическом смысле. Следовательно,

падение кривых мышечного сокращения при переходе на разряды больших емкостей есть явление физиологического порядка, аналогичное *pessimum* Введенского.

Анализируя полученные результаты, необходимо остановиться на следующем моменте: не может ли с ослаблением крутизны падения разряда при более высоких емкостях значительно удлиниться необходимое полезное время (*Nutzzeit* по Gildemeister), удлинение полезного времени выше 3 σ могло бы дать ослабление сокращения мышцы. Однако исследования Lapicque (7) и Gildemeister (8), касающиеся раздражающего действия конденсаторов, показали, что при медленных разрядах конденсаторов *Nutzzeit* меньше *Halbzeit*, т. е. времени половинного разряда конденсатора. В наших же условиях, когда интервал между двумя соседними импульсами позволяет снизить заряду конденсатора не до 0,5, а до сотых долей начального напряжения, говорить о том, что пессимальный эффект сокращения связан с падением времени раздражения ниже необходимого полезного времени, не приходится.

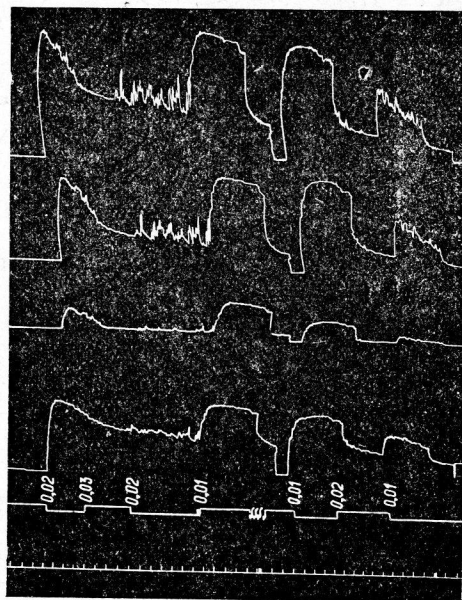
Для наблюдения пессимального эффекта при ритмичных разрядах конденсатора необходимо увеличить емкость конденсатора, иначе говоря, изменить крутизну падения заряда. Но одновременно с этим увеличивается и количество электричества, увеличивается и энергия электрического разряда. Тем самым ставится на очередь вопрос о том, связано ли торможение сократительной способности мышцы с удлинением времени отдельного стимула или с увеличением энергии разряда. Энергия электрического разряда конденсатора (в эргах) определяется величиной $5 FV^2$, где F —емкость конденсатора в микрофарадах, а V —напряжение тока в вольтах; отсюда следует, что если мы увеличим емкость, например, в 4 раза, то при одновременном уменьшении напряжения в 2 раза нам удастся сохранить энергию разряда постоянной. Такие опыты и проведены нами; на рис. 6 приведена миограмма одного из них.

На миограмме ясно видно, что при напряжении тока в 5 V (пороговое напряжение для конденсатора в $1 \mu F$ в данном опыте—0,5 V, а для конденсатора в $0,005 \mu F$ —2,5 V) и частоте раздражения 150 в секунду смена емкости в $0,005 \mu F$ на $0,02 \mu F$ вызывает постепенно развивающийся *pessimum* на обеих мышцах, а обратное включение конденсатора в $0,005 \mu F$ влечет за собой подъем кривой до начального уровня. Для доказательства того, что явление *pessimum* не вызвано исключительно увеличением энергии разрядов, проведем второй опыт (на той же миограмме), где замена емкости в $0,005 \mu F$ емкостью в $0,02 \mu F$ и обратно произведена при постоянной энергии; при увеличении емкости до $0,02 \mu F$ напряжение понижается до 2,5 V; при этих условиях *pessimum* выражен даже более отчетливо; обратная смена раздражения (уменьшение емкости в 4 раза и увеличение напряжения в 2 раза) вызывает подъем сокращения обеих мышц, правда, несколько ниже первоначальной высоты. Наконец, на рис. 6 приведен случай, когда смена емкостей сопряжена с изменением энергии разряда, но это изменение значительно меньше, чем при неизменном напряжении тока, и это меньшее, чем обычно, увеличение энергии при переходе к большей емкости дает более резко выраженные *pessimum* и *optimum*. Этот опыт, как и ему аналогичные, говорит о том, что роль длительности стимула при неизменной энергии электрического разряда может определять переход возбуждения в торможение и обратно. Косвенные указания на роль длительности импульса в развитии процесса возбуждения дают работы ряда исследователей [Waller (9), Keith Lucas (10), Hill (11), Bergesina и Feng (12),

мы решили испытать раздражение нерва, ведущего сразу к нескольким мышцам. Уже на предыдущих миограммах имеется одновременная запись сокращений *m. triceps* и *m. semitendinosus*; мы к ним прибавили еще двух антагонистов, лежащих более дистально; *m. gastrocnemius* и *m. tibialis anticus*. При этих условиях в большинстве опытов картина осталась прежней, т. е. при подборе определенных емкостей можно получить optimum и pessimum сразу на всех четырех мышцах (рис. 7).

Как показывает миограмма, ток напряжением в 2 V при частоте 100 в секунду при емкости конденсатора в 0,02 μF дает сокращение всех четырех мышц явно тормозного характера; переход на емкость в 0,03 μF вызывает еще более полное торможение. Обратный переход на емкость в 0,02 μF вызывает слабый подъем и не у всех мышц,

Рис. 7. Миограмма № 90 от 9.V.1936 г. Верхняя линия — *m. tric.*, следующая книзу — *m. semitend.*, ниже — *m. tib. ant.*, еще ниже — *m. gastrocn.*. Линия первая снизу — отметчик времени (сек.), над ней — отметчик смены емкостей. Напряжение тока 2V, частота раздражений 100 в сек. Пороговое напряжение при конденсаторе в 1 μF 0,06 V для пары *m. tric.* и *m. semitend.* и 0,08 V для *m. gastrocn.* и *m. tib.* В цепь введен шунт в 1700 Ω . Левая половина миограммы — результаты последовательной смены емкостей в порядке: 0,02 — 0,03 — 0,02 — 0,01 μF . Правая половина — то же при смене емкостей: 0,01 — 0,02 — 0,01 μF



причем сокращения носят зубчатый характер; наконец, уменьшение емкости до 0,01 μF вызывает подъем кривой у всех четырех мышц. При повторении опыта разряды конденсатора в 0,01 μF вызывают значительное сокращение у всех четырех мышц; с переходом на конденсатор в 0,02 μF удастся вновь вызвать pessimum у всех мышц и снова при емкости в 0,01 μF приблизить их к оптимальному сокращению.

Но на этой же миограмме заметно и нечто новое: не все мышцы ведут себя совершенно одинаково; так, переход от емкости в 0,03 к емкости в 0,02 μF в первом опыте дает различный эффект на разных мышцах: усиление сокращения на паре *m. triceps*—*m. semitendinosus* выражено значительно разче, чем на паре *m. gastrocnemius*—*m. tibialis anterior*. В отдельных же опытах можно было наблюдать при определенной перемене раздражения, наносимого нерву, даже и противоположный эффект на разных мышцах. Так, на миограмме, приводимой на рис. 8, видно, что увеличение емкости с 0,02 до 0,03 μF вызывает падение сокращения дистальной (*m. tibialis* и *m. gastrocnemius*) и подъем кривой проксимальной пары мышц (*m. semitendinosus*—*m. triceps*). Обратный переход на конденсатор в 0,02 μF вле-

чет за собой подъем сокращения *m. tibialis anterior* и падение кривой у всех остальных трех мышц.

Если сравнить результаты различных опытов, то надо сказать, что противоположный эффект, на разных мышцах при раздражении общего нервного ствола чаще всего наблюдается при незначительной разнице в емкости применяющихся конденсаторов при условии некоторого, хотя бы и весьма слабого, расхождения порогов возбудимости разных мышц. Явление это наблюдается чаще в конце опыта на фо-

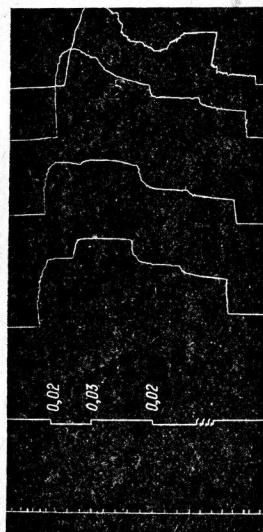


Рис. 8. Миограмма № 80 от 15.IV.1936 г. Верхняя линия—*m. tib. ant.*, под ней *m. gastrocn.*, ниже—*m. semitend.*, еще ниже—*m. tris.* Внизу отметчик времени (сек.), над ним отметчик смены емкостей. Шунт в 1700 Ω . Порог для конденсатора в 1 μF —1,0 V. Напряжение тока 1 V, частота раздражений 100 в сек. Замена емкости в 0,02 μF емкостью в 0,3 μF вызывает *pessimum* у *m. tib.* и *gastrocnem.* и *optimum* у *m. semitend.* и *tris.*

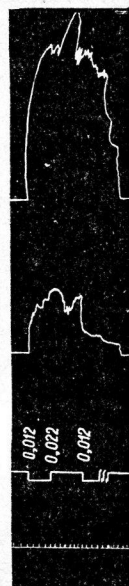


Рис. 9. Миограмма № 97 от 25.V.1936 г. Наверху—*m. tris.*, ниже—*m. semitend.*, еще ниже—отметчик смены емкостей, внизу—отметчик времени (сек.). Шунт 1700 Ω . Порог напряжения при конденсаторе в 1 μF —0,12 V. Напряжение тока 2 V, частота раздражений 100 в сек. Смена раздражения конденсатором в 0,012 μF на раздражение емкостью в 0,022 μF усиливает сокращение *m. tris.* и снижает кривую *m. semitend.* Обратная перемена емкостей ведет к противоположному эффекту

не некоторого ослабления сократительной способности мышц, причем противоположный эффект чаще можно отметить у мышц, обслуживающих разные суставы. На только что приведенной миограмме (рис. 8) при первой смене емкостей мышцы-антагонисты ведут себя одинаково, мышцы же разных суставов—противоположно; это наиболее типичная картина; реже можно наблюдать неодинаковый эффект у мышц-антагонистов (рис. 8, вторая смена емкостей) и еще реже отмечен противоположный эффект у антагонистических мышц (рис. 9).

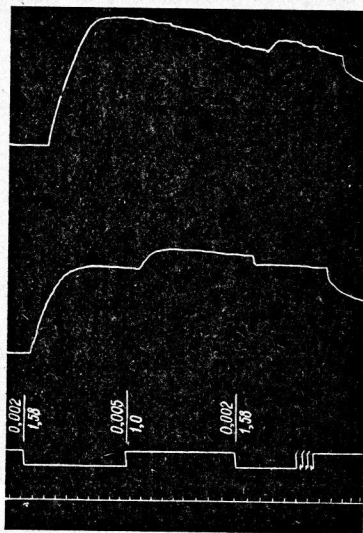
Приведенный материал, показывающий, что в отдельных случаях перемена длительности стимула может оказать различное, порой противоположное влияние на сокращения разных мышц, указывает на значение функционального состояния периферического аппарата (мионевральной связи или мышечной ткани) для перехода возбуждения

в торможение, обусловленного изменением определенной характеристики применяемого раздражения. Этими экспериментами не отрицается, однако, возможность и некоторых сдвигов в самом нервном стволе, на который непосредственно влияют конденсаторные разряды.

Различный эффект на отдельных мышцах может быть получен и при сохранении постоянства величины энергии разряда. На рис. 10 приведена выдержка из миограммы, где увеличение длительности стимула при соответственном понижении напряжения тока вызывает подъем кривой одной мышцы при некотором торможении сокращения другой. При обратном переходе к меньшим емкостям с увеличением напряжения отмечены повышение кривой *m. triceps* и некоторое падение линии *m. semitendinosus*. Этот пример показывает, что одно-

Рис. 10. Миограмма № 64 от 15.I.1936 г. Наверху—*m. tric.*, ниже—*m. semitend.*, внизу—отметчик времени (сек.), над ним—отметчик смены емкостей. Опыт проведен без шунта. Величина энергии электрического разряда равна 0,025 эрга и остается неизменной.

На миограмме отмечены переход от конденсатора в 0,002 μF при напряжении 1,58 V к емкости в 0,005 μF при 1 V и обратно



временные возбуждение одной мышцы и торможение другой связаны не с величиной энергии электрического раздражителя, а с длительностью отдельного стимула, действующего в ряду других.

6

Явления optimum и pessimum длительности отдельного стимула, действующего в целом тетаническом ряду, проявляются наиболее рельефно при подборе определенного напряжения тока и определенной частоты раздражений. Напряжение тока зависит, конечно, от сопротивления применяемых шунтов. На миограмме рис. 11 приведен пример, где явления optimum—pessimum наиболее отчетливо видны при напряжении в 1 V, при увеличении емкости в 10 раз, с 0,002 до 0,02 μF . При напряжении в 2 V сразу наступают тормозные явления, а при 0,5 V получить пессимального эффекта не удастся. То же относится и к частоте раздражения; наиболее отчетливо явление перехода optimum в pessimum и наоборот видно при частоте 100 в секунду. Частота более высокая, 150 в секунду (первая запись слева на рис. 11), позволяет обнаружить только намеки на колебания сокращений при изменении емкостей употребляемых конденсаторов. При более низкой частоте (50 в секунду) та же смена конденсаторов вызывает заметное торможение сокращения обеих мышц, но при возвращении к начальной емкости восстановления не получается.

Итак, явления перехода optimum сокращения в pessimum и наоборот в данном опыте наиболее отчетливо наблюдаются при комбинации напряжения тока в 1 V и частоте раздражений 100 в секунду.

В отдельных случаях частоты конденсаторных разрядов, при которых проявлялся pessimum раздражения, вариировали от 70 до 150 в секунду; ни разу мы не получили pessimum при малых частотах; этим объясняется и отсутствие феномена Введенского в опытах Cybulski и Zanietowski, которые применяли всегда одну и ту же низкую частоту раздражения (22,5 в секунду).

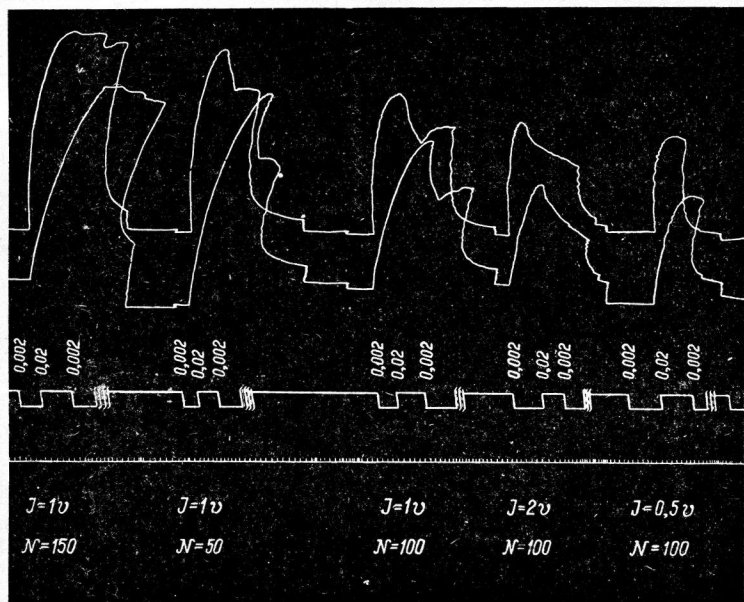


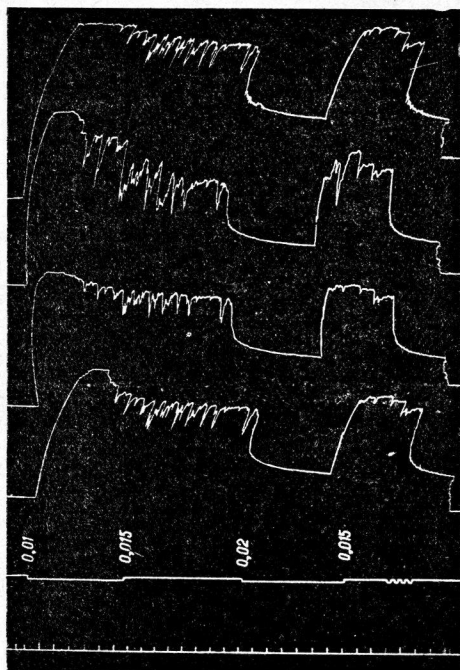
Рис. 11. Миограмма № 50 от 9.XII.1935 г. Запись сокращений *m. tris.* (выше) и *m. semitend.* (ниже). Внизу отметчик времени (сек.), над ним отметчик смены емкостей. Пять раз повторяется одна и та же смена емкости в 0,002 μF на конденсатор в 0,02 и снова на емкость в 0,002 μF . 1-я запись произведена при напряжении тока в 1 V и частоте раздражений 150 в сек.; 2-я запись при том же напряжении и частоте 50 в сек.; 3-я запись—при том же напряжении и частоте 100 в сек.; 4-я запись—при той же частоте 100 в сек. и при напряжении в 2 V и 5-я запись—при той же частоте и напряжении в 0,5 V

Позволим себе отметить, что в отдельных опытах явление pessimum резче наблюдается при каких-то средних частотах, чем при максимальных. Это обстоятельство лишний раз говорит в пользу того, что наступающий pessimum при увеличении емкости разряжаемого конденсатора не зависит исключительно от количества получаемой энергии, так как электрическая энергия конденсаторных разрядов при более частых разрядах, естественно, больше в единицу времени, и в этих условиях, казалось бы, явления pessimum должны получаться легче. Действительность же обнаруживает другие соотношения, говорящие в пользу "самодовлеющего значения фактора длительности импульса.

Если следить за судьбой сокращений мышцы при повторных пачках конденсаторных разрядов, то бросается в глаза неодинаковое

поведение различных мышц. Из обследованных четырех мышц *m. triceps* легче всего предрасположен давать длительные сокращения, напоминающие тонические сокращения, *m. semitendinosus*, наоборот, наименее способен давать сокращения затяжного типа. В какой мере при изменении высот сокращений участвует позно-тонический компонент и в какой степени фазно-тетанический (работы из лаборатории акад. А. А. Ухтомского), без специального обследования этой стороны вопроса сказать трудно. Нам представляется, что основным моментом, определяющим динамику сокра-

Рис. 12. Миограмма № 81 от 15.IV.1936 г. Запись 4 мышц в следующем порядке сверху: *m. tris.*, *semitend.*, *gastrocnem.* и *tib. ant.* Напряжение тока 2 V, частота раздражений 100 в сек. Порог напряжения для конденсатора в 1 μF —0,05 V. Нижняя линия—отметчик времени (сек.), над ней—отметчик смены емкостей: 0,010—0,015—0,020—0,015 μF ; несколько зубцов подряд—прекращение раздражения



тительной способности мышцы, является трансформация ритма возбуждения, связанная со сдвигами лабильности нервно-мышечного препарата.

На наличие явлений трансформации указывают многочисленные опыты, правда, преимущественно на весенне-летних лягушках, где переход от optimum к pessimum и обратно проявляется внешне в появлении более или менее резко выраженной зубчатости кривой. На миограмме рис. 12 видно, что ритмичные разряды конденсатора в 0,01 μF (напряжение 2 V, частота 100 в секунду) вызывают значительные по высоте и устойчивые сокращения; переход на емкость в 0,015 μF влечет за собой резко выраженную зубчатость у всех четырех мышц; большая емкость в 0,02 μF тормозит сокращения всех мышц, причем зубчатость пропадает. Смена последней емкости конденсатором в 0,015 μF снова вызывает подъем всех четырех кривых, что сопровождается появлением вновь колебательного характера сокращений. Эти результаты, полученные многократно, в известной степени говорят о том, что в промежуточном состоянии между optimum и pessimum сокращения имеет место проявляемая частично внешне трансформация волн возбуждения. Полностью этот вопрос может быть разрешен только при специальном электрографическом изучении выдвинутого вопроса.

Весь изложенный ход экспериментальной работы позволяет прийти к ряду определенных выводов:

1. Явления *optimum* и *pessimum* можно получить, варьируя не только силу и частоту раздражений, но и изменяя длительность отдельного стимула (*resp.* емкость разряжаемого конденсатора) в тетаническом ряду.

2. При раздражении седалищного нерва лягушки *optimum* и *pessimum* длительности отдельного стимула можно наблюдать на любой из мышц, иннервируемых веточками п. *ischiadici*.

3. *Optimum* и *pessimum* длительности отдельного стимула в тетаническом ряду можно получить при сохранении постоянства энергии электрического разряда конденсатора.

4. *Optimum* и *pessimum* длительности отдельного стимула обнаруживается при средних величинах напряжения тока и при средних частотах раздражения (70—150 раздражений в секунду).

5. Явления *optimum* и *pessimum* длительности отдельного стимула зависят от функциональных свойств мионевральной связи и мышечной ткани, так как удается при одном и том же раздражении получить оптимальное сокращение на одних и одновременно пессимальное на других мышцах, иннервируемых тем же седалищным нервом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уфлянд и Шошина, Физиолог. журн., 17, 7, 1934; 20, 462, 1936.—
2. Уфлянд и Бул, Бюлл. экспер. биол. и мед., 2, 460, 1936.—3. Введенский Н. Е., О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе, 1886, Собр. соч., т. II, изд. Ленингр. унив., 1934.—4. Ухтомский А. А., О показателе лабильности (функциональной подвижности) физиологических приборов, Труды Физиологич. научно-исследов. института Ленингр. унив., № 14, 1934.—5. Кирзон, там же, стр. 31.—6. Lapique L., L'excitabilité en fonction du temps, Paris, p. 301, 1926.—7. Lapique L., C. r. Soc. biol., p. 701, 1907.—8. Gildemeister, Ztschr. Biol., 62, 358, 1913.—9. Waller, Proc. of the roy. Soc. of London, 65, 217, 1899.—10. Keith Lucas, Journ. of Physiol., 34, 372, 1906; 35, 103, 1906.—11. Hill, Proc. of the roy. Soc., Series B, 109, 267, 1931; 111, 106, 1932; 115, 200, 1934.—12. Beresina a. Feng, Journ. Physiol., 77, 111, 1933.—13. Hoorweg, Pflüg. Arch., 57, 427, 1894.—14. Cybulski u. Zanietowski, там же, 56, 45, 1894.

THE OPTIMUM AND PESSIMUM OF DURATION OF THE INDIVIDUAL STIMULUS

J. M. Oufland and N. A. Shoshina

Laboratory of Physiology, 2nd Medical Institute,
Leningrad

As established by Prof. Wedensky (1886), the effect of muscular contraction can be enhanced or reduced at will by alteration of the strength of frequency or stimulation. While increased excitation is obtained in the nerve-muscle preparation at the optimum of stimulation, any further augmentation of the strength or frequency of the stimuli brings about the pessimum: excitation gives way to inhibition. According to the theory of Wedensky and Ukhomsky, the passage from excitation to inhibition and the reverse change are determined by the lability (physiological mobility) of the substrate.

The authors have suggested the possibility, that the change from excitation to inhibition may be also dependent on qualitative changes of the electrical stimulus other than its strength or frequency. In the present investigation the rôle of the duration of the individual stimuli forming a tetanizing series is studied.

Nerve-muscle preparations of the frog were submitted to rhythmical stimulation by discharge of condensers varying in capacity. During stimulation of the sciatic nerve, simultaneous tracings were made of the contractions of different muscles receiving supply from this nerve; usually, the contractions of the following muscles were registered: mm. semitendinosus, triceps, tibialis anticus and gastrocnemius. During the tetanic contraction, the condenser was replaced by another avoiding interruption of stimulation or alterations of the voltage or frequency of stimulation. When appropriate capacities are selected, a fall of the curve of muscular contraction can be obtained through replacement of a low capacity condenser by a high capacity one; a rise of the contraction curve, not seldom up to the original level, is brought about by the converse replacement. As the alteration of condenser capacity is paralleled by the alteration of time discharge, conclusions on the optimum and pessimum of duration of the individual stimulus can be drawn from the experimental data thus obtained. By variation of the time of discharge, the excitation involved in tetanic muscle contraction may be converted into a state of inhibition, and the reverse change is also observed. These phenomena are independent of variations in the amount of electrical energy liberated in the condenser discharge. Although the voltage may be reduced to an extent corresponding to the increase of capacity of the condenser, so as to keep the energy of discharge constant, the resulting change in duration of the stimulus still brings about the passage from a state of optimum to one of pessimum, and vice versa.

The essential conclusions from the experimental results are as follows:

1. By changes in duration of the individual stimuli that from a tetanizing series (resp. by alteration of the condenser capacity) optima and pessima of stimulation may be obtained similar to those observed by Wedensky with regard to strength and frequency of stimulation.

2. The optimum and pessimum of duration of the individual stimulus can be observed on any one of the muscles innervated by branches of the sciatic nerve.

3. The optimum and pessimum of duration of the individual stimulus may be obtained while the electrical energy of the condenser discharge is kept constant.

4. The optimum and pessimum of duration of the individual stimulus are produced at moderate levels of current voltage and of stimulation frequency (70—150 stimuli per second).

5. The phenomena of optimum and pessimum of duration of the individual stimulus depend upon the functional state of the myoneural junctions and of the muscular tissue, as shown by the possibility of obtaining optimum of contraction in some muscles, while a state of pessimum is produced at the same time on other muscles innervated by the same sciatic nerve.

ИЗМЕНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ РАЗНЫХ ВИДАХ РАБОТЫ

СООБЩЕНИЕ I. ИЗМЕНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЯСНОГО ВИДЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ

С. А. Брандис

Из отдела физиологии труда Украинского центрального института гигиены труда и профзаболеваний (зав.— заслуж. проф. Э. М. Каган), Харьков

Поступила в редакцию 15.I.1937 г.

Последнее пятилетие работы в области физиологии труда характеризуется значительным увеличением числа исследований, посвященных изучению функций нервной системы. Огромный опыт, накопленный по изучению изменений таких физиологических функций человеческого организма во время работы, как кровообращение, дыхание, газообмен, позволил критически оценить возможность применения этих исследований для решения вопросов организации и рационализации трудовых процессов. Э. М. Каган в докладе на XV Международном конгрессе физиологов и Э. Симонсон в докладе на V Всесоюзном съезде физиологов (1) на основе большого личного опыта и множества литературных данных определенно указывают на то, что областью эффективного применения исследований обмена энергии и функций сердечно-сосудистой системы и дыхания остается тяжелая физическая работа.

Многообразные виды производственной деятельности человека, связанные с машинной работой, механизированными и высокоавтоматизированными способами обработки, не предъявляют скольконибудь серьезных требований к указанным процессам в организме. В этом наглядно убеждают проведенные под руководством М. И. Виноградова (2) исследования по изучению влияния работы на организм и ряд других исследований. Рост технической вооруженности производства и успехи соответственных отраслей знания все более и более ограничивают применение тяжелого физического труда и в условиях нашего социалистического хозяйства с каждым годом приближают нас к уничтожению противоположностей между трудом умственным и физическим.

Эти обстоятельства в значительной мере и послужили причиной большого интереса физиологов труда к изучению функций нервной системы, ее взаимоотношений с функциями других органов и систем в работающем организме. В рецепторном аппарате нервной системы одним из важнейших для трудовой деятельности человека звеном является зрительный рецептор во всем многообразии его функциональной деятельности—видение, количественные и качественные особенности которого играют решительную роль в подавляющем большинстве производственных работ и тесно связаны с качеством их выполнения.

Устойчивость ясного видения при рассматривании мелких деталей под малым углом зрения, впервые обратившая на себя внимание

Ferree и тщательно исследованная им совместно с Rand, принадлежит к одному из сложных феноменов зрительного аппарата и обладает целым рядом благоприятствующих ее изучению особенностей. Работы Ferree и Rand, положившие начало широкому исследованию устойчивости ясного видения в связи с различной освещенностью рабочего места, и ряд других исследований Семеновской (3), Нейштадта (4), Зильбера и Трумпайц (5), Труханова (6), Шубовой (7), Зайдшнура и др. (8) выявили закономерные изменения устойчивости ясного видения в зависимости от интенсивности и длительности зрительной работы. Опыт изучения устойчивости ясного видения поставил перед исследователями и ряд методических вопросов, для решения которых были предприняты специальные работы. Семеновская (9) показала значительную стабильность устойчивости ясного видения при отсутствии зрительной работы в течение дня; Нейштадт (4) на основе анализа материалов целого ряда экспериментов указывает на большое значение количества смен периодов ясного и неясного видения; Данциг (10) и Труханов (6) подвергли критическому анализу методику Ferree и Rand.

Постоянно наблюдавшееся падение устойчивости ясного видения к концу рабочего дня при производственных исследованиях показало наличие утомления зрительного аппарата при работах, связанных с различением мелких деталей. Однако исследования, производившиеся над рабочими, у которых компонент физических усилий при работе достаточно велик [например, исследования Данцига (11) над бурильщиком Азнефти], привели к мысли о том, что падение устойчивости ясного видения может быть связано не только со значительным напряжением глаза при «зрительном» виде работы, но и зависеть от общих изменений в организме под влиянием работы. Исследования Трумпайца (12) подтвердили это предположение и показали, что мышечная работа на велоэргометре дала снижение устойчивости ясного видения при освещенности в 60 люксов на 13—18% и при освещенности в 15 люксов — до 32⁰/о.

Эти данные послужили основанием к дальнейшим исследованиям в этом направлении, к попытке определить разницу в изменениях устойчивости ясного видения при различных вариантах физической и умственной работы. Предпринимая эти исследования, мы руководились необходимостью направить физиологические изыскания в сторону тех функций рецепторного аппарата нервной системы, которые позволили бы получить новые критерии при оценке физиологического состояния организма во время работы. Первая часть исследований была проведена нами в условиях лабораторного эксперимента. При этом нас интересовала не только дифференциальная оценка изменений устойчивости ясного видения в зависимости от характера работы, но и выяснение возможности применения определения устойчивости ясного видения для производственных исследований.

Влияние работы на устойчивость ясного видения изучалась: а) при динамической физической работе (подъем груза в 10 кг на высоту 50 и 100 см длительностью 15, 30 и 90 минут в темпе 10, 15, 20 и 25 подъемов и опусканий в 1 минуту и работа на ведотрабе в течение 30 минут в темпе 100 оборотов в 1 минуту); б) при статической работе (держание груза в 20 кг опущенными руками, держание того же груза в 20 кг, перекинутого через горизонтальный блок, обоими вытянутыми руками, держание его же одной рукой, согнутой в локте, и держание груза в 10 кг на вертикально вытянутых руках); в) при различных вариантах умственно-зрительной работы (решение задач, чтение, слушание чтения и тонкая калибровка).

Условия опыта при всех вариантах исследований оставались стандартными: тестом служило кольцо Ландольта при угле зрения в 1,61, длительность экспозиции 3 минуты по Ferree, освещенность неизменная до начала исследования

адаптации в течение 30 минут, затем двукратное определение устойчивости в покое и при совпадении результатов выполнение задания, после которого определение устойчивости ясного видения сразу после работы (через 10—15 секунд), затем с 5-минутными интервалами, следовательно, через 8, 16, 24, 32 и т. д. минут до полного восстановления. Длительная работа по подъему груза (90 минут) прерывалась каждые 15 минут 3-минутными отдыхами, во время которых исследовалась устойчивость ясного видения и была получена динамика изменения в течение самой работы. Опыты проводились с испытуемым Т-ко, который до этого в течение 1,5—2 лет участвовал как подопытный в работе отдела светотехники института и был прекрасно тренирован в методике Ferree, являясь подопытным

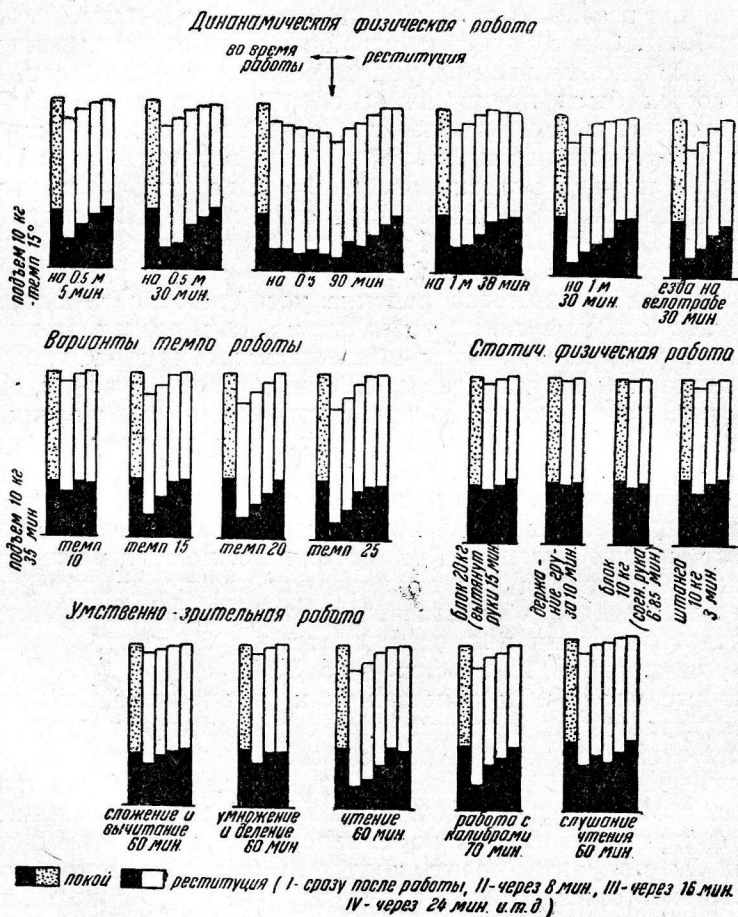


Рис. 1. Устойчивость ясного видения при разных видах работы

лицом в исследованиях по определению влияния освещенности на устойчивость ясного видения. Показателями состояния устойчивости ясного видения были взяты: а) абсолютная суммарная длительность ясного видения; б) средняя длительность одного периода ясного видения, получаемая при делении суммарной длительности на количестве смен; в) длительность первого периода ясного видения.

Анализ полученных данных по суммарной длительности ясного видения при разных вариантах опытов позволяет констатировать, что при динамической физической работе наибольшее влияние на исследуемую функцию оказывает интенсивность работы (ее темп), меньшее — длительность и количество выполненной работы (рис. 1). Статическая работа по сравнению с другими видами дает наименьшие сдвиги, умственно-зрительная работа характеризуется в ряде случаев (чтение, калибровка) уменьшением суммарной длительности устойчивости ясного видения, не отличающимся от изменений при значи-

гельной физической динамической нагрузке. Чисто умственная работа (запоминание слушаемого чтения) также дала отчетливый сдвиг, но несколько меньший, чем таковой при всех вариантах динамической физической работы, и больший, чем при статической работе.

Средняя длительность периода ясного видения, отражающая лабильность устойчивости ясного видения (частота смен ясного видения

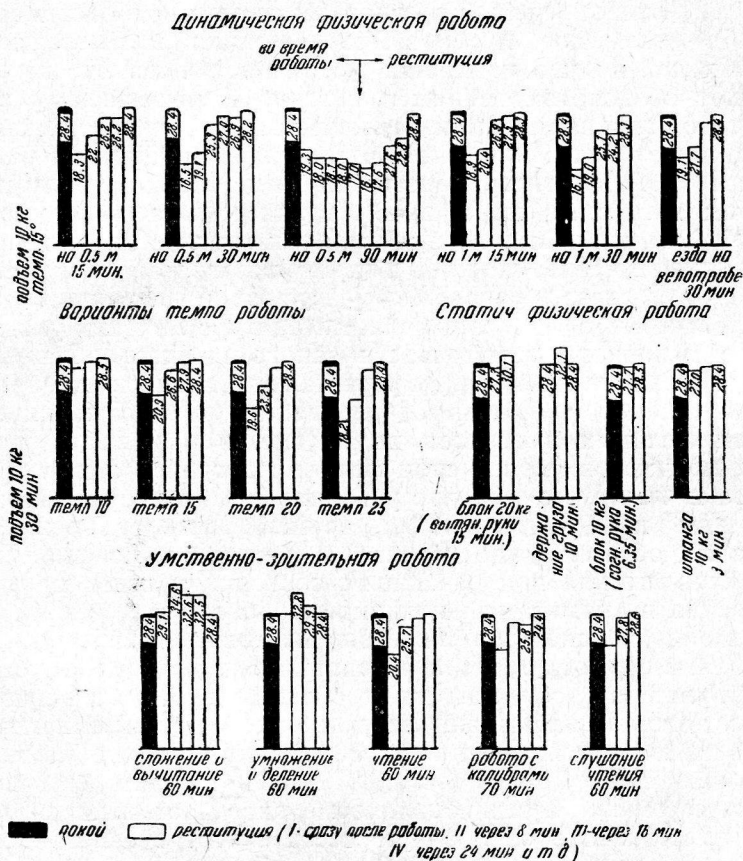


Рис. 2. Средняя длительность интервалов ясного видения при разных видах работы

неясным), иллюстрирует особенности протекания восстановления устойчивости ясного видения после разных видов работы (рис. 2). Так, динамическая физическая работа характеризуется большими отклонениями в отдельных фазах реституции, в то время как колебания ее при умственно-зрительной и особенно при статической работе выражены меньше. В одном из вариантов статической работы (держанне груза в опущенных руках) и в двух вариантах умственной (сложение — вычитание и умножение — деление) можно наблюдать обратную динамику восстановления: средняя длительность периода ясного видения после работы возрастает, постепенно возвращаясь к исходной величине. Необходимо отметить, что эта особенность наблюдалась при наиболее легких работах из соответственного цикла вариантов.

Длительность первого периода ясного видения, показывающая нарушение ясного видения в самом начале экспозиции теста, наиболее отчетливо демонстрирует сдвиги, вызываемые различными видами

работы (рис. 1, черная часть столбиков). Интересно отметить, что на первый отрезок времени ясного видения зрительная нагрузка (калибровка) не оказывает преимущественного воздействия по сравнению с другими видами работы.

Таким образом, полученные нами данные дают основание констатировать, что показатель устойчивости ясного видения достаточно чувствителен не только в отношении состояния зрительного аппарата и пригоден для определения его утомления и работоспособности, как на это указывают Кравков (13), Мешков и Смеланский (14), Труханов и др., но что изменения устойчивости ясного видения соответствуют общим изменениям в организме, вызываемым работой. Больше того, анализ динамики изменений устойчивости ясного видения позволяет более или менее четко дифференцировать различные варианты работы и регистрировать сдвиги не только при трудоемких физических нагрузках, но и при различных вариантах умственной работы. Устойчивость ясного видения, как мы уже видели, представляет собой, несомненно, сложное явление, в котором, наряду с мышечным аппаратом глаза, безусловно участвуют и светочувствительные элементы сетчатки. В доступной нам литературе никаких указаний по вопросу о механизме устойчивости ясного видения обнаружить не удалось, за исключением одного замечания Смелянского (14) о том, что «физически это объясняется смещением изображения с одних светочувствительных элементов на другие, в результате чего изображение предметов теряет свои резкие контуры», а также мнения Зайдшнура и Фонгауз о том, что устойчивость ясного видения можно рассматривать как растянутую во времени остроту зрения. Такая трактовка не объясняет достаточно механизма изменений устойчивости ясного видения при различных состояниях всего организма и органа зрения в связи с той или иной работой.

Имея в виду в некоторой мере содействовать выяснению взаимоотношений между отдельными компонентами феномена устойчивости ясного видения, мы поставили специальную небольшую серию опытов, в которой наблюдали за динамикой покоя и изменениями устойчивости ясного видения после 30-минутной работы на велотрапе при угле зрения в $1,61'$; $2,75'$ и $5,02''$ (табл. 1). Если бы изменения устойчивости ясного видения целиком зависели от мышечного аппарата, то приближение экспозиции теста почти с 2-метрового расстояния до 0,5 м должно было бы, освободив от напряжения мышечный компонент, сделать устойчивость почти непрерывной и равной всему времени экспозиции. Из графы исходного состояния, действительно, можно убедиться в том, что если суммарная длительность ясного видения при угле зрения в $1,61'$ равна $79,5\%$ времени экспозиции теста, то при угле в $2,75'$ она равна $87,8\%$ и при угле $5,02'$ — даже $98,2\%$. Однако при такой большой суммарной длительности ясного видения все же наступают изменения устойчивости ясного видения при работе, не связанной со значительным напряжением мышечного аппарата глаза. Особенно характерны изменения средней длительности периода ясного видения, которые указывают на то, что, несмотря на большое увеличение времени ясного видения, количество смен его неясным возрастает.

Приведенные данные дают основание считать, что, наряду с мышечным аппаратом, в устойчивости ясного видения принимает участие и самый нервно-рецепторный прибор и, надо думать, что изменения устойчивости ясного видения после работы, не связанной с напряжением мускулатуры глаза, обязаны главным образом понижению его рецепторных функций.

Таблица 1

Условия опыта	Суммарная длительность ясного видения					Средняя длительность периода ясного видения				
	исходная	сразу после работы	через 8 ми- нут	через 16 минут	че; ез 24 минуты	исходная	сразу после работы	через 8 ми- нут	через 16 минут	через 24 минуты
Расстояние 1,71 м, угол зрения—1,61'	143	126	131	139	143	28,6	21,0	21,8	27,8	28,6
Расстояние—1,00 м, угол зрения—2,75'	158	147	153	161	—	31,4	29,4	25,5	26,8	—
Расстояние—1,00 м, угол зрения—5,02'	177	172	174	176	178	88,5	34,4	34,8	58,7	89,0

Это подтверждают также и интересные данные Холиной и Мокульского (15), которые поставили ряд параллельных исследований устойчивости ясного видения и устойчивости внимания, достаточно ясно показавших центрально-нервное происхождение функций устойчивости ясного видения. Авторы подчеркивают, что «если колебания внимания, по данным экспериментальной психологии, характеризуют процессы в центральной нервной системе, то почти совершенно однородные колебания устойчивости ясного видения мы должны рассматривать как характерные для процессов центральной нервной системы, а не для процессов, происходящих в глазу».

Получив достаточно ободряющие данные в отношении чувствительности теста на устойчивость ясного видения к разнообразным видам работ—к вызываемым ими общим изменениям в организме, мы перешли к изменению вопросов тренируемости к данному тесту и характеристике индивидуальных особенностей функций и устойчивости ясного видения. Мы провели несколько серий тренировочных опытов с испытуемыми для выяснения длительности периода тренировки и устойчивости получаемых данных. Исследования проводились почти ежедневно, в одно и то же время дня при стандартном освещении, в покое, без какой бы то ни было работы, 3—4 раза в день с интервалами по 30 минут. 2 испытуемых тренировались в течение 7 дней, 1—в течение 15 дней и 1—в течение 3 недель (табл. 2). Результаты опытов указывают на недостаточность примененных сроков тренировки, большую лабильность устойчивости ясного видения на протяжении дня и неустойчивость результатов опытов ото дня ко дню. Эта неустойчивость выявилась как в суммарной длительности ясного видения, так и в количестве смен периодов ясного и неясного видения и особенно в длительности первого периода ясного видения. Мы не приводим показателей устойчивости ясного видения в покое исследованного нами прекрасно тренированного в этой методике испытуемого Т-ко, но ограничимся лишь указанием на то, что колеблемость показателей устойчивости ясного видения в течение дня и в различные дни не превышала 0,5—1,5%. По информации отдела светотехники, где, как указывалось, он принимал участие в целом ряде исследований с методикой определения устойчивости ясного видения, до начала экспериментальной работы на его подготовку было затрачено свыше 4 месяцев для достижения «потолка» тренировки.

Столь большая длительность тренировки вынуждает нас прийти к заключению, что, несмотря на отчетливые изменения устойчивости ясного видения в связи с общими сдвигами в организме под влиянием различных видов работы, использование этого показателя в условиях применявшейся методики для массовых исследований на

Таблица 2

Испытуемый	Дата	Суммарная длительность ясного видения				Количество смен				Общая длительность тренировок
		первое исследование	через 30 минут	через 60 минут	через 90 минут	первое исследование	через 30 минут	через 60 минут	через 90 минут	
Б-ль ...	13.II	139	104	104	86	5	9	8	10	С 13.II по 20.II.1936 г. (7 дней)
	15.II	110	110	117	112	8	10	10	10	
	16.II	93	95	111	—	7	10	8	—	
	17.II	106	116	112	91	10	10	12	12	
	19.II	98	88	107	91	10	9	9	9	
	20.II	107	97	86	94	11	10	9	8	
Х-ко ...	15.XI	151	97	—	—	2	2	—	—	С 15.XI по 22.XI.1935 г. (7 дней)
	17.XI	166	144	—	—	2	3	—	—	
	19.XI	136	163	160	—	3	1	2	—	
	20.XI	169	165	159	—	1	2	2	—	
	21.XI	176	162	170	—	1	1	1	—	
О-кий.	5.V	134	123	—	—	6	5	—	—	С 5.V по 21.V.1936 г. (15 дней)
	7.V	129	132	136	112	4	4	4	4	
	8.V	138	138	131	131	3	3	3	2	
	9.V	153	150	142	157	4	3	3	2	
	20.V	147	144	146	146	3	3	3	3	
	21.V	145	146	147	147	4	3	3	3	
З-ко....	8.XII	156	160	150	—	3	2	3	—	С 8.XII по 31.XII.1935 г. (21 день)
	11.XII	144	152	134	—	4	4	4	—	
	14.XII	134	150	147	—	4	4	4	—	
	17.XII	142	145	157	—	4	3	2	—	
	20.XII	155	130	140	—	2	4	4	—	
	22.XII	147	125	155	—	3	5	2	—	
	25.XII	130	148	136	—	5	4	4	—	
	27.XII	150	158	143	—	4	4	4	—	
	30.XII	140	142	144	—	4	4	5	—	
	31.XII	142	150	153	—	4	4	3	—	

производстве с целью решения задач физиологической рационализации в организации труда ограничено.

Ряд исследований, проведенных нами над сотрудниками физиологического отдела института при выполнении ими физической (работа на велотрапе в течение 30 минут) и умственно-зрительной работы (часовое чтение газетного текста) без предварительной тренировки, также подтвердил ограниченность применения определения устойчивости ясного видения для производственных исследований. Так, из табл. 3 видно, что индивидуальная реакция устойчивости ясного видения на физическую работу различна: у 4 человек из 8 получен сдвиг в сторону уменьшения суммарной длительности ясного видения после работы, у 1 она осталась почти без изменений, у 3 увеличилась. По средней длительности одного периода и начальному

времени ясного видения испытуемые также дали неоднородные данные. Следует отметить большие индивидуальные колебания не только между реакциями на работу, но и в исходных данных покоя.

Аналогичные исследования при умственно-зрительном типе работы (табл. 4) указывают на меньшие сдвиги устойчивости ясного видения при этом виде работы и вновь позволяют констатировать различие индивидуальных реакций и значительные индивидуальные колебания.

Таблица 3

Изменения устойчивости ясного видения после 30 минут работы на велотрабе

Испытуемый	Суммарная длительность периода ясного видения					Средняя длительность периода ясного видения					Длительность первого периода ясного видения				
	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты
Бр-с ...	115	99	110	111	—	19,2	9,0	15,7	13,9	—	18,3	11,1	15,6	12,8	—
М-ва ...	141	120	140	141	—	14,1	13,3	23,3	17,6	—	30,6	18,9	36,7	30,0	—
П-на ...	92	71	81	91	93	18,4	17,7	16,2	15,2	23,2	12,2	9,4	9,4	10,6	16,7
З-ко ...	143	130	133	144	—	28,6	21,7	33,2	36,0	—	21,7	8,0	20,0	36,7	—
Г-кой ..	169	172	171	175	—	20,1	28,7	28,5	43,7	—	12,2	30,6	16,7	—	—
С-ва....	80	91	76	—	—	26,7	30,3	25,3	—	—	28,9	31,7	22,8	—	—
К-вещ...	80	91	76	—	—	16,1	56,3	21,0	18,6	—	30,6	70,6	20,6	43,3	—
Б-ль....	89	76	90	—	—	13,5	11,6	12,8	—	—	25,6	7,2	12,2	—	—

Таблица 4

Изменения устойчивости ясного видения после часового чтения

Испытуемый	Суммарная длительность периода ясного видения					Средняя длительность периода ясного видения					Длительность первого периода ясного видения				
	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты	исходная	сразу после работы	через 8 минут	через 16 минут	через 24 минуты
Бр-с ...	93	79	102	96	—	13,3	9,3	12,8	12,0	—	14,4	10,0	13,9	12,2	—
М-ва ...	135	122	131	—	—	16,9	13,6	13,1	—	—	31,1	23,3	32,2	—	—
П-на ...	101	106	103	—	—	25,2	15,1	20,6	—	—	16,7	9,4	8,3	—	—
З-ко ...	124	123	126	133	—	24,8	20,5	21,0	33,2	48,6	15,0	8,9	15,0	17,8	27,8
Г-кой ..	169	174	169	—	—	33,8	87,0	42,2	—	—	20,6	50,6	26,1	—	—
З-р	109	125	128	112	—	15,6	25,0	25,6	18,7	—	18,3	15,0	18,9	23,9	—
К-ва....	113	74	108	106	107	10,3	5,0	6,7	7,1	6,3	12,8	5,0	7,2	8,3	9,4
Ш-б....	154	150	153	—	—	23,7	37,5	30,6	—	—	16,7	20,0	28,3	—	—
П-ая ...	122	117	141	—	—	12,2	13,0	15,7	—	—	18,2	12,8	18,9	—	—
Р-м	156	145	138	124	—	39,0	20,7	27,6	31,0	—	28,9	12,8	13,9	16,7	—
Ц-на ...	161	138	164	—	—	20,1	12,5	27,3	—	—	15,6	8,9	14,4	—	—

Выводы

1. Устойчивость ясного видения достаточно четко изменяется не только при работах, связанных со значительным напряжением зрительного аппарата, но и в связи с общими изменениями в организме, происходящими под влиянием других видов работы.

2. В устойчивости ясного видения, исследуемой при угле зрения в 1° , наряду с большим значением мышечного аппарата, достаточно велико и значение рецепторной части глаза. Значительные сдвиги после разнообразных по типу работ, не связанных с напряжением зрения, надо полагать, в большой мере обязаны рецепторному аппарату и нервной системе в целом.

3. Несмотря на выявленную значительную чувствительность устойчивости ясного видения к различным состояниям в организме, исследование этого феномена в условиях производства ограничено в силу необходимости очень длительной тренировки испытуемых, значительной колеблемости индивидуальных реакций и наличия значительных индивидуальных различий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Симонсон, Гигиена труда и техника безопасности, № 6, 1934.—2. Виноградов, Дробышева и др., Физиологический журнал СССР, 1, 1933.—3. Семеновская, Советский вестник офтальмологии, № 4, 1933.—4. Нейштадт, Труды и материалы института гигиены труда и промсантехники НКЗ РСФСР, IV, 1935.—5. Зильбер и Трумпайц, цит. по «Физиологии труда»—Слоним и Фарфель, 1935.—6. Труханов, Освещение промпредприятий, кн. 2, Труды Лен. ИООТ, IX, в. 10.—7. Шубова, Труды и материалы Института гигиены и промсантехники НКЗ РСФСР, в. IV, 1935.—8. Зайдшнуур, Смелянский и др., Материалы III Всесоюзной светотехнической конференции, в. 1.—9. Семеновская, Русский офтальмологический журнал, № 6, 1931.—10. Данциг, Труды и материалы Института гигиены труда и промсантехники НКЗ РСФСР, в. IV, 1935.—11. Данциг, Русский офтальмологический журнал, № 3, 1931.—12. Трумпайц, Освещение промпредприятий, кн. 2, Труды Лен. ИООТ, IX, в. 10.—13. С. В. Кравков, Глаз и его работа, Биомедгиз, 1932.—14. Мешков и Смелянский, Светотехника (лекции ЦИЗО).—15. Холина и Мокульский, Советский вестник офтальмологии, № 5, 1935.

ALTERATIONS OF VISUAL FUNCTIONS DURING WORK OF DIFFERENT KINDS

I. ALTERATIONS IN THE STABILITY OF CLEAR SIGHT DURING WORK

S. A. Brandis

Dept. of Physiology of Labour, Central Ukrainian Institute of Labour Hygiene and Professional Diseases (Dir.—Prof. emer. E. M. Kagan), Kharkov

1. Marked alterations in the stability of clear sight are observed not only during work imposing considerable strain on the visual apparatus but also in connection with general alterations occurring in the organism as an effect of other kinds of work.

2. Along with the important rôle of the muscular apparatus, a considerable part is played by the receptive mechanisms of the eye in determining the stability of clear sight, measured at a visual angle of 1° .

3. It has been found that the stability of clear sight is highly sensitive to alterations in the physiological state of the organism. Yet the study of this phenomenon under industrial conditions is limited by the necessity of a long continued training of the test-subjects, by the wide range of individual variations and by the varying intensity of individual reactions.

К ВОПРОСУ О ПРЕДЕЛАХ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАБИРИНТНОГО АНАЛИЗАТОРА

И. П. Байченко

Из физиологической лаборатории
НИИФК (зав.—проф. А. Н. Крестов-
ников)

Поступила в редакцию 14.I.1937 г.

Уменьшение и даже исчезновение поствращательного нистагма глаз под влиянием повторного вращения в течение нескольких дней или недель не является новым. Исследования Holsopple, Maxwell, Griffith, Хилова, а также наши с Н. Н. Лозановым это подтверждают. В предыдущей совместной с Лозановым работе нами указывалось, что трехкратным вращением кролика (по 5 оборотов ежедневно с перерывом между каждым вращением в 3 минуты) возможно добиться прекращения поствращательного нистагма глаз. При применении 10 оборотов вращения ежедневно добиться прекращения поствращательного нистагма глаз не всегда удается. При 30 оборотах непрерывного вращения ежедневно поствращательный нистагм не только не прекращается, но, наоборот, получается его повышение. Этот факт заставил выдвинуть предположение о наличии перераздражения лабиринтного анализатора.

В настоящей работе была, по предложению проф. А. Н. Крестовникова, поставлена задача найти у одного и того же животного предел устойчивости лабиринтного анализатора в зависимости от частоты вращения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Всех кроликов мы начали тренировать вращением по 5 оборотов вправо трехкратно с перерывом между каждым вращением в 3 минуты. После того как поствращательный нистагм на 5 оборотов исчезал, мы переходили на вращение по 10 оборотов вправо и т. д., прибавляя каждый раз после исчезновения нистагма по 5 оборотов.

В дальнейшем, когда у некоторых кроликов не удавалось вращением вправо достичь исчезновения нистагма, мы стали применять вращение в обе стороны: например, один день вращали вправо — влево — вправо, на следующий день наоборот — влево — вправо — влево.

Результаты

У 3 кроликов при вращении по 5 оборотов вправо поствращательный нистагм исчез (кролики № 1, 3, 4), у одного (№ 2) значительно снизился (с 37—40 ударов за 30 секунд до 7 ударов за 6 секунд). При вращении по 10 оборотов у кролика № 3 (рис. 1, кривая кролика № 3) полностью прекратился поствращательный нистагм глаз на 15-й день опыта. У кролика № 1 (рис. 2, кривая кролика № 1) к 18-му дню тренировок нистагм совершенно исчез, но затем он снова появился и вновь достиг первоначальных величин, причем при пробных вращениях по 10 оборотов не наблюдалось уменьшения нистагма в течение 3 месяцев опыта. Представляет интерес факт, что если кролик «натренирован» на определенное количество оборотов, то выработанный рефлекс весьма устойчив. Во всех случаях мы применяли пробные вращения (на кривых — снижение кривой, подчерк-

нутое вниз), т. е., получив устойчивый рефлекс на раздражение 5 оборотами, переходили к тренировке 10 оборотами, причем нистагм вновь появлялся, но при пробных вращениях по 5 оборотов нистагма не было (рис. 1, 2, 3, 4, подчеркнутые места) и только в 1 случае (рис. 1, кролик № 3, отрезок кривой от 7.III по 10.III) к концу 5-го месяца опыта кролик, тренировавшийся уже на 15 оборотах и не дававший до этого реакции на пробное вращение, стал давать нистагм при вращениях по 5 оборотов. После месячного от-

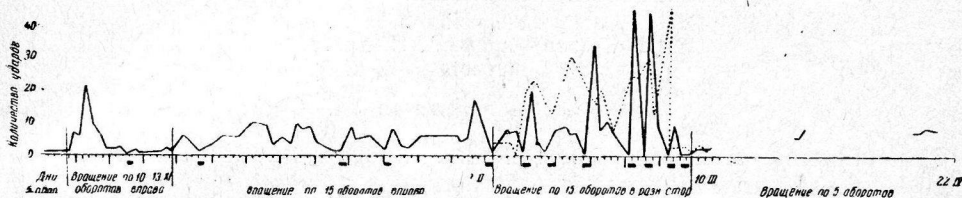


Рис. 1. Кролик № 3. С 22.XI по 26.XI—вращение по 5 оборотов вправо; с 26.XI по 13.XII—вращение по 10 оборотов вправо; с 13.XII по 7.II—вращение по 15 оборотов вправо; с 7.II по 17.IV—вращение по 15 оборотов в разные стороны и с 17.IV по 22.IV—контрольное вращение по 5 оборотов в разные стороны. Подчеркнуты места, где отсутствует нистагм. Они соответствуют пробным вращениям; например, кролик в данный момент тренируется на 15 оборотов и пока дает нистагм пробую вращать по 10 оборотов—нистагм отсутствует и т. д.

Обозначения: Поствращательный нистагм глаз после вращения вправо—
» » » » » влево....

дыха нистагм при вращениях по 5 оборотов все еще появлялся. В данном случае мы имели перераздражение лабиринтного анализатора, и можно заключить, что для кролика раздражение лабиринтного анализатора 15 оборотами является пределом. Получив данный результат (несмотря на 3-месячную тренировку), мы решили изменить характер вращения и стали вращать в день опыта попеременно то в одну, то в другую сторону.

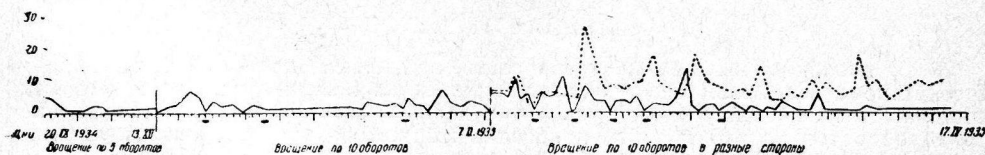


Рис. 2. Кролик № 1. С 22.XI.1934 г. по 13.XII кролик подвергался тренировке вращением по 5 оборотов ежедневно вправо и с 7.II по 17.IV—по 10 оборотов в разные стороны: вправо—влево—вправо и на следующий день влево—вправо—влево. Обозначения те же

Оказалось, что вполне возможно у некоторых кроликов добиться прекращения поствращательного нистагма глаз на вращение вправо, на вращение же влево нистагм не только не прекращался, но даже усилился (рис. 2, кривая кролика № 1). У кролика № 2 (рис. 3), который вообще более возбудим к вращению, нистагм глаз исчез не совсем, но значительно снизился, а в некоторые дни совершенно отсутствовал (рис. 3, конец кривой кролика № 2). У кролика № 3, наоборот, через месяц после начала тренировки вращения в обе стороны лабиринтный анализатор значительно возбудился и поствращательный нистагм глаз возрос в 4 раза. После отдыха в 10 дней нистагм снизился до исходной величины, на каковой и остался после 30-дневного отдыха. Что касается вращательного нистагма головы, то можно сказать, что данное явление гораздо легче поддается тренировке. Так у кролика № 1 (см. табл. на 213 стр.) вращательный ни-

Сводные данные, характеризующие соотношение между пострвращательным нистагмом глаз, углом отклонения головы и вращательным нистагмом головы в зависимости от степени тренировки

Дата 1934 г.	Характер тренировки	Поствраща- тельный нистагм глаз	Угол откло- нения голо- вы в граду- сах	Вращатель- ный нистагм головы в секундах
Кролик № 1				
20.XI	Перед началом тренировки—по 5 оборотов вправо	3	45	10
13.XII	Конец тренировки—по 5 оборо- тов вправо	0	67	5
14.XII	Начало тренировки—по 10 обо- ротов вправо	3	67	10
5.II	Конец тренировки—по 10 оборо- тов вправо	3	90	0
7.II	Начало тренировки—по 10 обо- ротов в разные стороны	3	90	0
17.IV	Конец тренировки—по 10 оборо- тов в разные стороны	0	90	0
Кролик № 2				
21.XI	Перед началом тренировки—по 5 оборотов вправо	25	45 — 67	7
5.II	Конец тренировки—по 5 оборо- тов вправо	8	22	5
7.II	Начало тренировки—по 5 оборо- тов в разные стороны	8	22	5
17.IV	Конец тренировки—по 5 оборо- тов в разные стороны	7	15 — 20	0
Кролик № 3				
22.XI	Перед началом тренировки—по 5 оборотов вправо	0	67 — 90	10
26.XI	Начало тренировки—по 10 обо- ротов вправо	7	67 — 90	0
14.XII	Конец вращения—по 10 оборотов вправо	0	45 — 67	0
15.XIII	Начало тренировки—по 15 обо- ротов вправо	2	67	0
5.II	Конец тренировки—по 15 оборо- тов вправо	6	67 — 90	0
7.II	Начало тренировки—по 15 оборо- тов в обе стороны	6	67 — 90	0
20.IV	Конец тренировки—по 15 оборо- тов в обе стороны	30	45	0
Кролик № 4				
20.I	Перед началом тренировки—по 5 оборотов вправо	6	45	10
11.II	Конец тренировки—по 5 оборо- тов вправо	0	22	0
12.II	Начало тренировки—по 10 обо- ротов вправо	4	45	10
17.IV	Конец тренировки—по 10 оборо- тов вправо	2	15	0

стагм головы в начале опыта был заметен во все время вращения, т. е. в течение 10 секунд. К концу 1-го месяца тренировки нистагм исчез совершенно и больше не появлялся, но зато увеличился в 2 раза угол отклонения головы в противоположную сторону. Вначале угол отклонения был 45° . К концу 2-го месяца тренировки угол возрос до

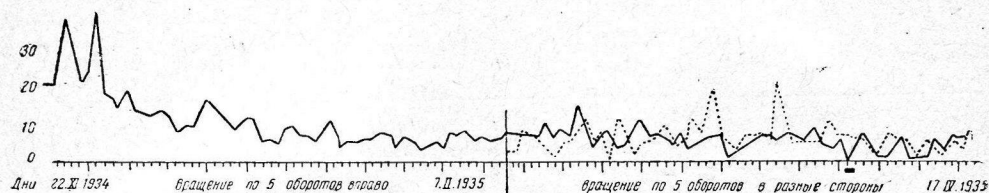


Рис. 3. Кролик № 2. С 22.XI по 7.II—вращение вправо по 5 оборотов, с 7.II по 17.IV — вращение по 5 оборотов в разные стороны. Обозначения те же

90° , на какой-то высоте и остался. У кролика № 2 вращательный нистагм головы снизился только к самому концу тренировки, т. е. через 5 месяцев, и угол отклонения головы также снизился, что, возможно, стоит в связи с большей возбудимостью данного животного. У кролика № 4 (рис. 4) вращательный нистагм головы точно следовал за угасанием и возбуждением поствращательного нистагма глаз. Угол отклонения головы также к концу тренировки понижается примерно в 2 раза.

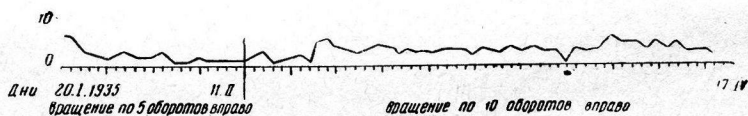


Рис. 4. Кролик № 4. С 20.I по 11.II — вращение по 5 оборотов вправо; с 11.II по 17.IV — по 10 оборотов вправо. Обозначения те же

Проведенные нами наблюдения над вращательной тренировкой лабиринтного анализатора позволяют считать, что высказанное Крестовниковым на основании учения Павлова положение о развитии процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий и о перевозбуждении центральной части лабиринтного анализатора под влиянием значительного числа вращений действительно имеет место. Если небольшая частота вращения (5 оборотов) вызывает исчезновение поствращательного нистагма, то это говорит за развитие тормозного процесса в лабиринтном анализаторе; применение большой частоты вращения (15 оборотов) является фактом, при котором в центральной части анализатора не создается условия для развития, в результате чего и тот тормозной процесс, который развился при применении меньшей частоты вращения, нарушался и наступал процесс перераздражения. Данные наблюдения этой серии опытов, таким образом, дают возможность объяснить явления перераздражения, наблюдавшиеся нами при вращении кроликов по 30 оборотов.

Кроме того, наблюдения над вращательным нистагмом головы говорят нам, что введенное представление о лабиринтном анализаторе имеет место и для других лабиринтных анимальных рефлексов и что эти рефлексы могут проявляться и исчезать независимо от появления и исчезновения нистагма под влиянием тренировки других рефлексов.

В ы в о д ы

На основании приведенных наблюдений мы позволяем сделать себе следующие выводы:

1. В основе исчезновения поствращательного нистагма лежит процесс торможения.
2. Пределом устойчивости лабиринтного анализатора на вращение является величина вращательного раздражения в 10 оборотов за 20 секунд.
3. Большая часть вращений (свыше 10 оборотов) ежедневно ведет к состоянию перевозбуждения лабиринтного анализатора.
4. При тренировке разносторонним вращением гораздо быстрее наступает исчезновение поствращательного нистагма.
5. По степени возбудимости лабиринтного анализатора кролики могут быть разделены на несколько типов: возбудимый, трудно поддающийся вращательной тренировке и с преобладанием тормозного процесса, который легко поддается тренировке вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байченко И. П., Крестовников А. Н. и Лозанов Н. Н., Физиол. журн. СССР, XXI, вып. 3, 1935.—2. Байченко И. П. и Лозанов Н. Н., Физиол. журн. СССР, XIX, вып. 5, 1936.—3. Holsoppele, Journ. comp. psychol., 85, 1923.—4. Maxwell J. S., Amer. Jour. physiol., 85, № 3, 1922. Griffith, Ref. Zbl. f. Hals-Nas. u. Ohr., Februar. 1925.

ÜBER DIE GRENZEN DER STABILITÄT DES LABYRINTH-ANALYSATORS

I. P. Baitschenko

Aus dem Phystologischen Laboratorium (Vorst.-Prof. A. N. Krestownikow) d. Forschungsinstituts f. Körperkultur

Auf Grund seiner experimentellen Beobachtungen sieht sich Verf. zu folgenden Schlüssen berechtigt:

Das Erlöschen des postrotatorischen Nystagmus wird durch einen Hemmungsprozess verursacht.

2. Die Grenze der Stabilität des labyrinthären Analysators für Rotation liegt bei einem Rotationsreiz von 10 Umdrehungen in 20 Sekunden.

3. Höhere Rotationsfrequenz (über 10 Umdrehungen) führt bei täglicher Einwirkung zu einem Zustand der Übererregung des Labyrinth-Analysators.

4. Durch Training mit beiderseitiger Rotation lässt sich ein erheblich rascheres Erlöschen des postrotatorischen Nystagmus erzielen.

5. Nach dem Grad der Erregbarkeit des Labyrinth-Analysators lassen sich die Kaninchen in mehrere Typen einteilen: den erregbaren, dem Rotationstraining schwerzugänglichen Typus und den Typus mit überwiegendem Hemmungsprozess, der sich leicht auf Rotation trainieren lässt.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ И РАБОТА ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

СООБЩЕНИЕ VII. ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕНЫ КАЧЕСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ НА ХАРАКТЕР ЖЕЛЧЕВЫДЕЛЕНИЯ И СВОЙСТВА ЖЕЛЧИ

М. А. Усиевич и Д. К. Куилов

Из физиологической лаборатории Горьковского сельскохозяйственного института (зав. М. А. Усиевич)

Поступила в редакцию 1.VI.1937 г.

Изучение разнообразных влияний на характер желчевыделения, влияний, возникающих путем создания нарочитых воздействий на условнорефлекторную деятельность животного (собаки), привело одного из нас [М. А. Усиевич (1)] к выводу о несомненном и весьма существенном значении такого рода влияний.

За последние годы приобрел большую популярность метод, которому И. П. Павлов придавал огромное значение в качестве критерия подвижности (лабильности) нервных процессов. Это метод изменения качественного значения условных раздражителей на обратные («переделка» — по терминологии лаборатории). Излюбленным раздражителем для такой цели является метроном, на который вырабатываются и положительные, и тормозные агенты.

Многочисленными опытами М. К. Петровой (2), Э. А. Астратян (3), В. В. Яковлевой (4) и многих других сотрудников школы И. П. Павлова показано, что метод переделки является прекрасным критерием для характеристики не только лабильности, но и силы нервной системы. Очень многие животные (в особенности кастраты) не могут справиться с таким воздействием и до конца «переделать» данное значение раздражителя на обратное. В результате возникает длительное невротическое состояние животного.

Исходя из этого, представляло большой интерес исследовать влияние «переделки» метрономов в условиях наших экспериментов.

В нашем распоряжении имелось животное с хронической фистулой общего желчного протока и с системой условных раздражителей, выработанных на безусловном кислотном рефлекс (сообщение III в «Физиологическом журнале СССР», т. XX, в. 2, 1936).

Было интересно выяснить, во-первых, какое влияние окажет «переделка» на условнорефлекторную деятельность оборонительного характера, во-вторых, как изменится кривая выделения желчи, в-третьих, как такая «переделка» скажется на качестве желчи, и, наконец, в-четвертых, возможен ли и как быстро и с какими результатами возврат к прежним условиям опыта.

К «переделке» мы приступили после того как проработали с собакой с 20.VIII по 13.XI.1935 г. в тех же стереотипных условиях, в каких проводилась работа с января по июнь 1935 г. включительно (сообщение III).

Мы имели к 13.XI.1935 г. следующие данные, которые суммируем как результаты более чем месячных наблюдений. Начиная с 1.I.1935 г.

систематически исследовались следующие качества желчи, собираемой в 1-й час после скармливания собаке 600 см³ молока: количество плотного остатка, органических веществ и золы. В течение этого же часа проводилось воздействие на собаку условными агентами. Опыты нами ставились, как обычно, через день. В среднем за 16 опытов мы имели (табл. 1):

Таблица 1

	1-й час	2-й час	3-й час	4-й час	5-й час	Всего за 5 часов
Количество желчи в среднем за 16 опытов в см ³	20,5	12,0	10,5	9,5	8,0	60,5
Количество плотного остатка в г.	1,93	—	—	—	—	—
Количество органических веществ в г.	1,74	—	—	—	—	—
Количество золы в г.	0,19	—	—	—	—	—

На основании данных табл. 1 мы можем кривую желчевыделения и качественную характеристику выделяемой желчи представить графически в следующем виде (см. рис. 1, стр. 219).

Характер кривой в точности совпадает с теми кривыми, которые приводились одним из нас в упомянутом выше сообщении: максимум выделения в 1-й час с последующим более или менее интенсивным снижением в количестве выделяемой желчи в остальные часы.

Латентный период желчевыделения за этот отрезок опытов в среднем равнялся 7 минутам, колеблясь от 4 до 13,5 минуты.

Система же условных раздражителей применялась постоянно с 5-минутными промежутками в следующем порядке. (табл. 2).

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздражителя	Примечание
1	Метроном 160 удар в 1 минуту (M ₁₆₀) . .	Подкрепляется HCl 0,25%
2	Касалка 24 раза в 1 минуту (Kac ₂₄) . . .	» » 0,25%
3	M ₁₆₀	» » 0,25%
4	Kac ₂₄	» » 0,25%
5	Метроном 60 ударов в 1 минуту (M ₆₀) . .	Не подкрепляется
6	M ₁₆₀	Подкрепляется
7	Kac ₂₄	»
8	M ₁₆₀	»
9	Kac ₂₄	»
10	M ₆₀	Не подкрепляется
11	M ₁₆₀	Подкрепляется

Реакция животного всегда оставалась стереотипной: при действии M₁₆₀ или Kac₂₄ собака отворачивалась, облизывалась, иногда слабо скулила, и при действии M₆₀ ни разу не облизывалась, стояла спокойно, иногда прикрывая глаза.

С 15.XI.1935 г. мы приступили к «переделке» метрономов, причем число раздражителей нам пришлось уменьшить на один в целях хотя бы некоторого снижения общего числа делавшихся теперь тормозными метрономов. Общая картина применения раздражителей теперь была такая (табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	Раздражитель	Примечание
1	M ₁₆₀	Не подкрепляется
2	Kac ₂₄	Подкрепляется
3	M ₁₆₀	Не подкрепляется
4	Kac ₂₄	Подкрепляется
5	M ₆₀	»
6	M ₁₆₀	Не подкрепляется
7	Kac ₂₄	Подкрепляется
8	M ₁₆₀	Не подкрепляется
9	Kac ₂₄	Подкрепляется
10	M ₆₀	»

Результаты такого изменения обычных условий опыта не замедлили сказаться довольно быстро не только на общем поведении животного, но и на остальных объектах нашего наблюдения.

Вначале собака пришла в сильное возбуждение, затем стала сонливой, у нее пропали рефлексы на все раздражители, но, обладая сильным типом нервной системы, она довольно быстро оправилась: уже с 3-го опыта можно было констатировать начало рефлекса на M₆₀ и значительное снижение на M₁₆₀; однако лишь с 15-го опыта можно было видеть очень резкий рефлекс на M₆₀ и только с 39-го опыта — исчезновение рефлекса на M₁₆₀.

По указанному в табл. 3 порядку раздражения применялись нами в 71-м опыте в течение периода с 15.XI.1935 г. по 11.V.1936 г. включительно. За этот период было произведено 32 исследования желчи.

Результаты полученных данных видны из приводимой табл. 4

Таблица 4

	1-й час	2-й час	3-й час	4-й час	5-й час	Всего за 5 часов
Количество желчи в среднем за 71 опыт в см ³	24,3	8,8	12,6	11,6	9,3	66,5
Количество плотного остатка в г.	1,52	—	—	—	—	—
Количество органических веществ в г.	1,33	—	—	—	—	—
Количество золы в г.	0,19	—	—	—	—	—

Данные, приведенные в табл. 4, позволяют заключить во-первых, об общем увеличении выхода желчи за 1-й час и за весь 5-часовой период наблюдения. Далее, совершенно отчетливо выступает факт снижения количества органических веществ в выделяемой за 1-й час желчи.

Это снижение зависит не только от увеличения количества жидкости, выделяемой из печеночных протоков (24,3 вместо 20,5 см³ — увеличение примерно на 18,5%), но находится, повидимому, в связи также с какими-то интимными процессами, возникшими в эти моменты в организме.

Мы позволяем себе сделать такое заключение на основании следующих данных:

1) процент снижения количества органических веществ (на 23%) в желчи больше, чем увеличение количества желчи;

2) желчь, вытекавшая во время этого периода, резко отличалась по виду от ранее получаемой: она была светложелтого цвета, тогда как при выделении в 1-м часу обычно носила характер пузыря, т. е. была темножелтого цвета или даже почти черного;

3) изменился и характер кривой выхода желчи за 5 часов наблюдения (рис. 2).

Из рис. 2 мы видим, что кривая выхода желчи значительно изменила свою конфигурацию: как правило, замечается резкое падение желчевыделения во 2-й час с последующим подъемом к 3-му часу и в дальнейшем с некоторым снижением за 4-й и 5-й часы наблюдения. Отдельные довольно многочисленные опыты давали снижение выхода желчи в течение 2-го часа почти до нуля, что говорит об имевших место явлениях, повидимому, дискинетического характера.

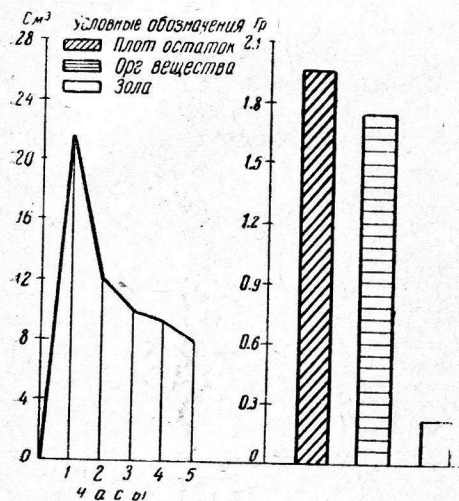


Рис. 1. Первоначальный стереотип. Среднее из 16 опытов. Количество желчи 60,5 см³. Лат. пер. 7 м.

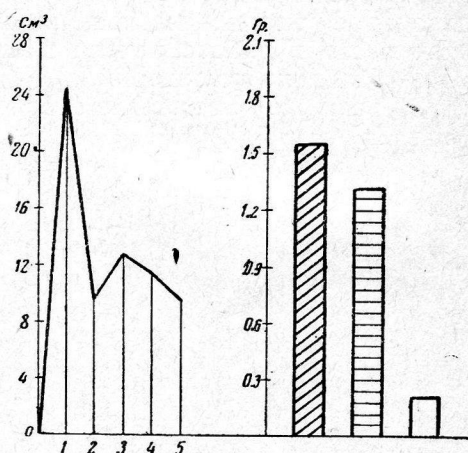


Рис. 2. Результаты переделки. Среднее из 71 опыта. Количество желчи 66,5 см³. Лат. пер. 8 м. См. условные знаки рис. 1

Следующим этапом в наших экспериментах являлось выяснение тех сдвигов, какие могли произойти при возвращении к первоначальным условиям опыта (табл. 2).

Оказалось, что у такой, сильной собаки, как наша, условнорефлекторная деятельность начала возвращаться к старым отношениям уже со 2-го опыта, когда рефлексы на M_{60} упали до нуля.

Начиная же с 7-го опыта, появился рефлекс на M_{160} , ставший очень высоким уже на 10-м опыте.

Что же касается реакции на M_{60} , то она уже со 2-го опыта так и осталась задержанной до нуля.

Исключение составил лишь 20-й опыт, где на фоне очень резкой оборонительной (кислотной) реакции был рефлекс и на M_{60} .

На фоне такой перестройки условнорефлекторной реакции мы имеем довольно заметные сдвиги и в отношении желчевыделения, и в картине качественных изменений выделявшейся желчи (табл. 5).

Из приведенной таблицы мы видим, что имеется небольшое усиление выхода желчи за 1-й час сравнительно с предшествующим периодом — всего лишь на 8,2% (вместо 24,3 выделялось в среднем 26,3 см³). Количество же органических веществ упало значительно меньше — всего лишь на 4,5%, следовательно, и в данном случае

Таблица 5

	1-й час	2-й час	3-й час	4-й час	5-й час	Всего за 5 часов
Количество желчи в среднем за 21 опыт в см ³	26,3	8,2	14,0	12,0	9,0	69,5
Количество плотного остатка в г.	1,44	—	—	—	—	—
Количество органических веществ в г.	1,27	—	—	—	—	—
Количество золы в г.	0,17	—	—	—	—	—

полного параллелизма между увеличением количества желчи за 1-й час и снижением количества органических веществ не имеется; на этот раз снижение отстает от скорости выделения желчи — опять некоторое указание на наличие каких-то сложных процессов, имеющих место в работе печени в связи с изменениями в деятельности коры больших полушарий.

О том же свидетельствует и характер кривой выхода желчи (рис. 3).

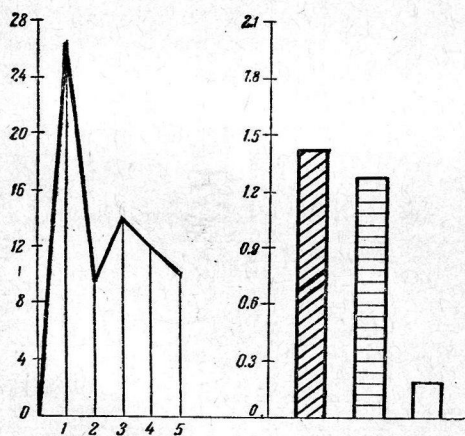


Рис. 3. Переход к старым условиям. Среднее из 21 опыта. Количество желчи 69,5 см³. Лат. пер. 11 м. См. условные знаки рис. 1

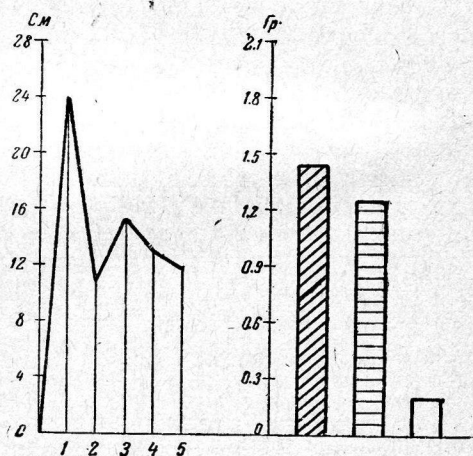


Рис. 4. Контроль. Среднее из 10 опытов. Количество желчи 73 см³. Лат. пер. 8 м. См. условные знаки рис. 1

Интересен тот факт, что в поставленных за этот последний период контрольных опытах (в количестве 10), когда собака в обычной экспериментальной обстановке получала 600 см³ молока, но не подвергалась воздействию условных раздражителей, мы все же могли ясно отметить различие в количестве и качестве выделявшейся желчи по сравнению с приведенными данными (табл. 6).

Приведенные в табл. 6 данные показывают, как изменяется количество выделяемой желчи в случае исключения условных раздражителей. Если эти данные сравнить с приведенными в табл. 5, то легко убедиться в наличии резкого различия.

Первое: количество желчи за 1-й час падает на 10,6%;

Второе: почти нет никакого изменения сравнительно с предыдущим периодом в отношении плотного остатка органических и минеральных веществ (увеличение лишь на 0,8%).

Таблица 6

	1-й час	2-й час	3-й час	4-й час	5-й час	Всего за 5 часов
Количество желчи в среднем за 10 опытов в см ³	23,6	10,7	15,0	12,4	11,3	73,0
Количество плотного остатка в г Количество органических ве- ществ в г	1,46	—	—	—	—	—
Количество золы в г	1,28	—	—	—	—	—
	0,18	—	—	—	—	—

Точно так же конфигурация кривой желчевыделения сравнительно мало отличается от приводимой в рис. 2 и 3 (рис. 4).

Эти факты, естественно, привели нас к заключению, что поставленные в качестве контрольных опыты по существу повторяли и отражали весь тот комплекс условий, который оказывал воздействие на высшую нервную деятельность животного: 1) обычная обстановка; 2) постановка контрольных опытов в одни и те же часы, как и основных, и в дни, обычные для этих экспериментов.

Вот почему и характер кривых и качество желчи мало чем отличаются от таковых при применении условных раздражителей.

Подтверждает наше предположение еще и тот факт, что поведение собаки во время так называемых контрольных опытов было весьма характерным: через определенные промежутки времени животное начинало скулить, отворачиваться, т. е. проявляло все признаки того же поведения, какое обычно имело место при воздействии условными раздражителями.

Наши факты не новы: в практике работы с условными рефlekсами такое обнаружение стереотипной реакции у животного отмечалось многими авторами (Сковорода, Асратян, Скипин и др.).

С целью исключить хотя бы до некоторой степени влияние экспериментальной обстановки мы с 13.VIII до 3.IX сделали перерыв в опытах, а затем приступили к проведению таковых исключительно с введением собаке 600 см³ молока без применения условных раздражителей.

Таких опытов было произведено 20. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 7

	1-й час	2-й час	3-й час	4-й час	5-й час	Всего за 5 часов
Количество желчи в среднем за 20 опытов в см ³	32,0	21,0	19,0	15,0	10,0	97,0
Количество плотного остатка в г Количество органических ве- ществ в г	1,42	—	—	—	—	—
Количество золы в г	1,18	—	—	—	—	—
	0,24	—	—	—	—	—

Приведенные в табл. 7 данные с очевидностью указывают на резкие изменения в количестве выделяемой желчи в ходе кривой желчевыделения и в самих свойствах желчи.

В самом деле, количество желчи и за 1-й час возросло по сравнению с предыдущими периодами работы на 35,6%, кривая желче-

выделения вновь приобрела очертания типичной нормальной кривой (ср. рис. 1 и нижепомещаемый рис. 5), наконец, резко изменился и характер желчи: если общее количество плотного остатка по сравнению с предыдущим периодом уменьшилось всего на 1,5—2,5%, то содержание органических веществ упало на 7,8%, а количество минеральных веществ возросло на 25% — факт, свидетельствующий о резких сдвигах в деятельности клеток печени в связи с новыми условиями опыта.

Можно предположить, что полная отмена применения условных оборонительных рефлексов (40 дней перерыва да еще 40 дней — с 13.IX по 12.X — исключительно контрольных опытов) в течение почти 3-месячного периода освободила деятельность печеночного выделительного аппарата от некоторых тормозящих влияний со стороны коры больших полушарий с одновременным созданием иных усло-

вий и для секреторной деятельности печеночных клеток, что сказалось на резком изменении качества выделяемой желчи.

Заключение и обсуждение результатов

Наши опыты, проведенные на собаке с сильным и уравновешенным типом нервной системы, показали, что методом «переделки» качественного значения условных раздражителей возможно обнаружить ряд изменений в деятельности печеночного аппарата. Эти изменения касались общего количества выделившейся желчи, характера кривой желчи при почасовом его измерении, а также количества органических и минеральных веществ желчи, выделившейся за 1-й час наблюдения после скормливания животному 600 см³ молока.

Были заметны изменения общего количества желчи и за 1-й час наблюдения, и за все 5 часов, как только мы изменяли условия опыта. Одновременно с этим в первых опытах более или менее длительное время наблюдалось общее возбуждение животного, иногда доходившее до весьма сильной степени.

Нет сомнения, что предпринятые нами опыты вносили очень резкие изменения в условия эксперимента, отсюда понятны и взрывы возбуждения у нашей собаки. Возбуждение всякий раз уменьшалось во время контрольных опытов, когда собака получала только молоко и не подвергалась действию условных раздражителей.

Сопоставляя эти наблюдения с тем фактом, что каждая «переделка» в итоге вызывала более или менее резкие изменения в количестве выделявшейся желчи и в 1-й, и за все 5 часов наблюдения, а при промежуточных контрольных опытах в 1-й час желчи выделялось меньше, нужно предположить, что опыты с «переделкой», повышая общую возбудимость животного, способствовали и усиленному выделению желчи, обусловленному, повидимому, усилением деятельности мускулатуры желчевыводящих путей. В то же время факт

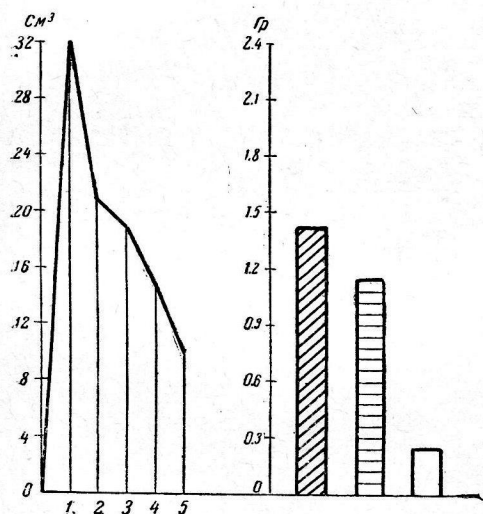


Рис. 5. Контроль через 40 дней. Среднее из 20 опытов. Количество желчи 97 см³. Лат. пер. 6 м. См. условные знаки рис. 1

резкого снижения органических веществ при опытах с «переделкой», почти полное отсутствие каких-либо изменений в качественном составе желчи во время постановки контрольных опытов, несмотря на снижение количества выделявшейся за 1-й час наблюдения желчи, говорят за то, что образование желчи есть процесс менее лабильный, чем ее выделение.

Задачей будущих исследований, очевидно, должна явиться проверка приведенных данных на животных со слабой нервной системой, у которых путем «переделки» или же какими-либо другими способами возможно получение более резких сдвигов, чем у нашей собаки, в условнорефлекторной деятельности и, согласно нашему предположению, более глубоких изменений в работе печеночного аппарата. Но даже и те факты, которые получены на нашем животном, указывают на очень существенные и длительные изменения, которые возникают в организме животного в случае воздействия на высший отдел головного мозга — кору — путем изменения качественного значения условных агентов.

Наше заключение, как нам кажется, подчеркивается теми сопоставлениями, какие возможно сделать на основе полученных нами материалов. В самом деле, если мы сопоставим средние количества желчи за 1-й час опыта по каждой серии с содержанием в исследуемых порциях плотного остатка, органических веществ и золы, то получим следующие данные (табл. 8).

Таблица 8

Серия опытов	Количество желчи за 1 час в см ³	Плотный остаток в г	Органические вещества в г	Зола в г	Отношения количества желчи между разными сериями	Отношения количества органических веществ между разными сериями
I	20,5	1,93	1,74	0,19	—	—
II	24,3	1,52	1,33	0,19	$\frac{II}{I} = +18,5\%$	$\frac{II}{I} = -23,6\%$
III	26,3	1,44	1,27	0,17	$\frac{III}{II} = +8,2\%$	$\frac{III}{II} = -4,5\%$
					$\frac{III}{I} = +28\%$	$\frac{III}{I} = -24,7\%$
IV	23,6	1,46	1,28	0,18	$\frac{IV}{III} = -10,6\%$	$\frac{IV}{III} = +0,8\%$
					$\frac{IV}{I} = +15,1\%$	$\frac{IV}{I} = -26,4\%$
V	32,0	1,42	1,18	0,24	$\frac{V}{IV} = +35,6\%$	$\frac{V}{IV} = -7,8\%$
					$\frac{V}{I} = +56,1\%$	$\frac{V}{I} = -32,2\%$

Примечание. Знак плюс (+) означает увеличение, знак минус (—) — уменьшение, выраженные в процентах.

Эти данные с убедительностью свидетельствуют как о возникающих изменениях в рефлекторной деятельности желчевыводящего аппарата, так и об изменении качества выделяемой желчи в связи

с теми воздействиями, какие падают на кору больших полушарий в создаваемых экспериментальных условиях.

Мы взяли в табл. 8 в качестве показателя сдвигов в деятельности печени только содержание в желчи органических веществ. Но этот показатель, очевидно, будет самым лабильным, так как он является наиболее характеризующим работу печеночных клеток.

Все вышеизложенное позволяет нам сделать следующие выводы:

1. У животного с сильной и уравновешенной нервной системой переделка качества условных раздражителей с последующим возвращением к первоначальным условиям опыта не представляет больших трудностей.

2. Действие переделки сказывается повышением желчевыделения не только в те часы, когда происходит опыт, но и в течение всего периода пищеварения, причем это повышение не имеет тенденции к снижению.

3. Повышение количества выделяемой желчи сопровождается, как правило, резким снижением в содержании органических веществ, не идущим, однако, параллельно с повышением выделения желчи, а значительно его превосходящим.

4. В тех случаях, когда (при контрольных опытах) количество выделяемой за 1-й час желчи падает, относительное изменение в содержании плотных веществ точно так же не совпадает с колебаниями в количестве выводимой желчи.

Представляется вероятным, что при упомянутом резком снижении количества плотных веществ в желчи имеет место некоторое угнетение работы печеночных клеток под влиянием измененной деятельности коры больших полушарий.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Усневич, Физиологический журнал СССР, XX, в. 4, 1936.—
2. М. К. Петрова, Сборник, посвященный 50-летию Ленинградского института для усовершенствования врачей.—3. Э. А. Астрасян, Труды XV Международного физиологического конгресса.—4. В. В. Яковлева, Труды физиологической лаборатории акад. И. П. Павлова, VI, в. 2.

THE ACTIVITY OF THE CEREBRAL CORTEX AND THE FUNCTIONING OF VISCERAL ORGANS

VII. EFFECT OF THE CHANGE OF QUALITATIVE SIGNIFICATION OF CONDITIONED REFLEXES ON THE SECRETION AND PROPERTIES OF THE BILE

M. A. Ussievitch and D. K. Kuimov

Laboratory of Physiology (Head—M. A. Ussievitch),
Institute of Rural Economy, Gorky

The authors made an investigation of the changes in amount and properties of the bile obtained from a chronic fistula of the common bile duct in a dog.

The alterations of bile secretion were brought about by reversing the qualitative signification of conditioned reflexes worked out in the dog.

A regular connection was detected between the effect of conditioned stimuli on the cerebral cortex, on the one hand, and the quantity and properties of bile and the curve of bile secretion, on the other hand.

The experimental facts justify the authors in drawing the conclusion that even functional influences involving the higher nervous activity of the animal may call forth profound alterations in the intimate functions of an organ as complex as the liver.

К ВОПРОСУ О ТРОФИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНОГО, ПОЛОВИННОГО И ТОТАЛЬНОГО УДАЛЕНИЯ ОБОИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА РОСТ ЦЫПЛЯТ

Б. И. Баяндуров и В. А. Пегель

Из физиологической лаборатории Томского государственного медицинского института (зав.—проф. Б. И. Баяндуров)

Поступила в редакцию 22.V.1937 г.

Удаление обоих полушарий головного мозга у птиц, как это было показано проф. Б. И. Баяндуровым (1, 2, 3, 4), влечет за собой задержку развития растущих особей. Указанный феномен прослежен автором на многочисленном опытном материале и является прочно установленным. Сказанное хорошо иллюстрируется приводимыми ниже фотоснимками (рис. 1). У таких животных оказывается резко нарушенным обмен веществ: солевой (5), водный, углеводный (6), белковый (7) и т. д.

Оперированные цыплята отличаются также от контрольных в отношении к влиянию частичного или полного витаминного голодания, действия лучистой энергии (10—11), гормонов (12) и т. п.

Удаление обоих полушарий мозга у взрослых голубей (13) и кур ведет к ожирению последних. Спустя некоторое время после операции как у растущих, так и у взрослых начинают развиваться дистрофио-атрофические процессы, приводящие к смерти. Смерть у растущих оперированных цыплят наступает через несколько месяцев, у взрослых—гораздо позднее (в некоторых случаях продолжительность жизни наблюдаемых нами децеребрированных голубей и кур достигала 1—2 лет). На аутопсии часто можно было наблюдать наличие язв в желудке и двенадцатиперстной кишке, некроз слизистой мускульного желудка (ороговение), атрофию мышц кишечника, атрофию кожи, плохое окостенение костей и т. п.

Интересно было выяснить, не оказывает ли влияния на рост частичное удаление обоих полушарий головного мозга или задержка роста происходит лишь при тотальном его удалении?

В одних из первых сообщений проф. Б. И. Баяндурова (12) имеются указания, что частичное удаление в некоторых случаях также

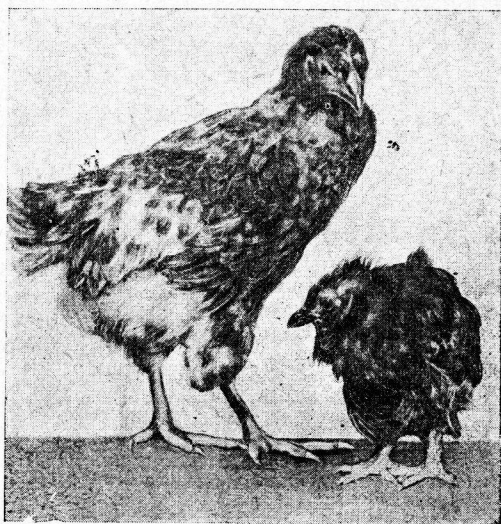


Рис. 1

давало задержку, а удаление одного только полушария головного мозга эффекта на росте не оказывало. Ввиду неясности картины мы решили подвергнуть указанный вопрос специальному исследованию и тщательно проследить за развитием цыплят при частичном удалении обоих полушарий головного мозга, а именно: передних, затылочных, височных и теменных долей, а также при удалении одного полушария головного мозга.

Для указанной цели операции были подвергнуты 18 цыплят (белые леггорны) в возрасте 4 недель после вылупления из яйца. В качестве контрольных были взяты 3 цыпленка той же породы и возраста. Все подопытные цыплята были разбиты на группы по 3 в каждой, всего на 7 групп. После соответственных операций мы имели: 3 цыпленка без обоих полушарий, 3—без одного полушария, 3—без височных, 3—без передних, 3—без затылочных, 3—без теменных долей. Цыплята всех групп были оперированы в один день. Содержание (в смысле клеток, освещения и т. п.) и питание всех подопытных цыплят было одинаково. Кормление 2 раза в день производилось искусственно строго определенным количеством корма, состоящим из молока, творога, хлебного мякиша, круто сваренного яйца и размолотых зерен гречихи. Ежедневно по утрам, перед началом первой кормежки, все цыплята взвешивались. Первое кормление цыплят после операции производилось на следующий день. В день операции контрольные, так же как и оперированные, корма не получали.

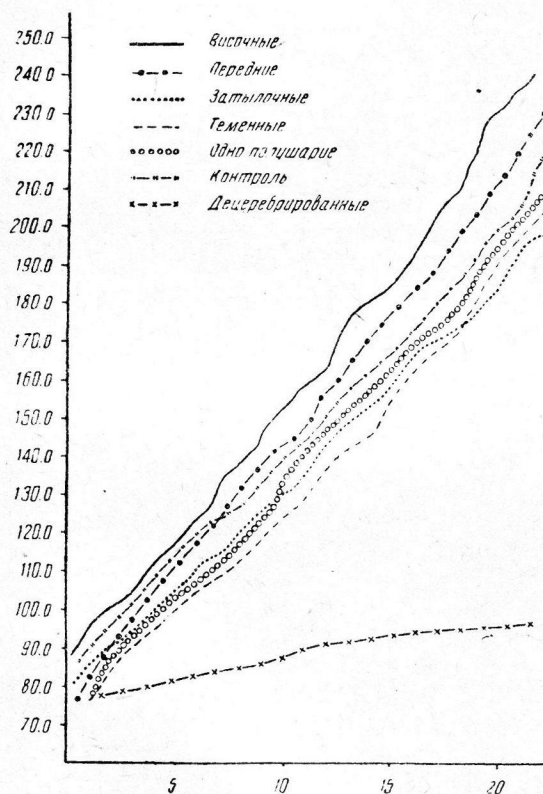


Рис. 2. Кривые роста оперированных цыплят

Результаты наших исследований ясно видны из таблицы (стр. 227), кривых рис. 2 и фотографии рис. 3.

Ни частичное удаление, ни удаление одного только полушария головного мозга задержки в росте не вызывает, только полное удаление обоих полушарий головного мозга вызывает резкий эффект задержки роста. Результаты этих опытов лишний раз подтвердили полученные ранее данные проф. Баяндурова о задержке роста цыплят при тотальном удалении обоих полушарий головного мозга.

Как объяснить полученный феномен задержки развития при удалении обоих полушарий головного мозга? Как объяснить тот факт, что та же самая операция у взрослых особей [наблюдения Н. А. Попова и Б. И. Баяндурова (13)] ведет лишь к ожирению животных?

Данные, которые имеются в литературе о существовании в промежуточном мозгу специальных центров, регулирующих обмен веществ и температуру в организме, разноречивы.

№ дыплат	Характер произведенной операции	Начальный вес	Вес тела к концу опыта	Прибыль в весе
3	Удалены затылочные доли обоих полушарий головного мозга	95,0	230,0	135,0
4		92,0	240,0	148,0
7		85,0	217,0	132,0
5	Удалены височные доли	100,0	272,0	172,0
9		115,0	300,0	185,0
13		97,0	237,0	140,0
6	Удалены передние доли обоих полушарий	82,0	242,0	150,0
10		97,0	252,0	155,0
13		95,0	267,0	172,0
17	Удалены теменные участки обоих полушарий	87,0	245,0	158,0
18		90,0	260,0	170,0
19		70,0	227,0	157,0
16	Удалено одно полушарие головного мозга	90,0	275,0	185,0
20		74,0	237,0	163,0
21		85,0	245,0	160,0
22	Удалены оба полушария головного мозга	87,0	110,0	23,0
23		90,0	135,0	45,0
24		100,0	140,0	40,0
10	Контроль	105,0	245,0	140,0
11		100,0	267,0	167,0
14		100,0	265,0	165,0

В большинстве случаев установление тех или иных центров обмена основывалось на эффекте от того или иного укола в межуточный мозг. Вследствие этого проф. Богомолец (14) ставит под сомнение существование центров обмена в межуточном мозгу и объясняет регуляцию обмена веществ в организме сочетательно-вегетативными рефлексиями, возникающими в результате возбуждений на периферии. Разноречивые данные, полученные различными авторами по поводу существования высших вегетативных центров межуточного мозга, а также невозможность объяснения полученных феноменов с точки зрения проф. Богомольца заставили проф. Баяндурова высказать следующую рабочую гипотезу. При удалении обоих полушарий головного мозга у птиц (у которых, как известно, они представлены почти целиком полосатым телом) происходит, по выражению проф. Баяндурова, разрушение «нервно-трофического ансамбля». Проф. Баяндуров дает следующую схему регуляции обмена веществ в организме. Высший вегетативный центр с. striatum Dresel находится в состоянии постоянного тонического возбуждения. Тонус полосатого тела поддерживается как рефлекторными импульсами, идущими с коры головного мозга (с анализаторов) с периферии, вегетативными сочетательными рефлексиями (в смысле Богомольца), так и гуморально-химизмом омывающей его крови (гормоны, CO_2 , соли, витамины и т. п.). От указанного высшего вегетативного центра полосатого тела идут постоянно тонические импульсы к высшим симпатическим и парасимпатическим центрам таламуса и межуточного мозга (по Дрезелю, импульсы первоначально идут в вегетативное ядро межуточного мозга, а уже оттуда к высшим симпатическим и парасимпатическим центрам среднего и продолговатого мозга). Указанные выс-

шие симпатические и парасимпатические центры межуточного мозга также находятся в состоянии постоянного тонического возбуждения, обусловленного как рефлекторными, идущими из различных участков организма, так и гуморальными импульсами.

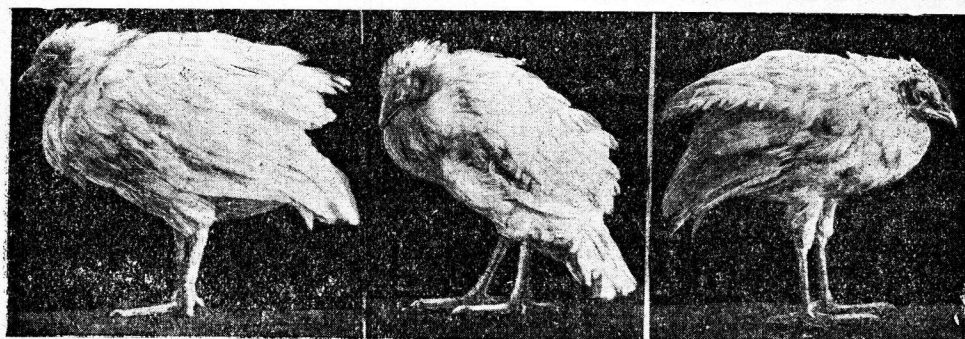
Тоническое возбуждение указанных высших симпатических и парасимпатических центров межуточного мозга неодинаково. В различные периоды развития доминируют то одни, то другие. Известно, например (Dresel), что в молодом возрасте превалирует парасимпати-



а

б

в



г

д

е

Рис. 3. Цыплята одного помета: а — нормальный, б — без одного полушария, в — без теменных долей, г — без височных, д — без затылочных, е — без передних

кус, а во взрослом или стареющем организме — симпатикус. Согласно учению о доминировании (доминанте) акад. А. А. Ухтомского (15), доминирующий центр получит больше импульсов из полосатого тела.

При удалении обоих полушарий головного мозга (у птиц с. striatum), очевидно, происходит «феномен переключения» соответственно принципу последовательной индукции, установленному Sherrington (16) для спинного мозга. Если до момента операции господствовал парасимпатический центр, как это имеет место у растущих организмов, то после операции доминирующим будет симпатический — отсюда факт остановки роста молодых особей после удаления обоих полушарий головного мозга. У таких животных, согласно прежде установленным нами данным, превалируют диссимиляторные процессы. Если до указанной операции доминирующим являлся симпатический центр, как это имеет место во взрослом или стареющем организме, то после нее наступает преобладание парасимпатического

центра по тому же принципу — отсюда факт ожирения децереброванных взрослых особей. Факты, установленные нами ранее, указывают на преобладание у таких животных ассимиляторных процессов. Факт подобного переключения при удалении обоих полушарий головного мозга наблюдался нами также в острых опытах по изучению кровяного давления (указанная работа послужит темой последующего сообщения), а именно: удаление *s. striati* у молодых животных (крольчат) вызывает стойкое повышение кровяного давления, та же самая операция на стареющих (дряхлах) кроликах дает стойкое понижение кровяного давления. За подобный феномен переключения говорят еще факты изучения обмена веществ в организме молодого и стареющего животного. У молодых растущих децереброванных животных увеличено содержание кальция, сахара, молочной кислоты, что можно поставить в связь с преобладанием симпатического тонуса.

Кроме такого рода переключения, общим для обеих категорий животных (молодых, взрослых, стареющих) является прогрессирующее развитие дистрофично-атрофических процессов, приводящих животных рано или поздно к гибели. Нужно отметить, что, по предварительным нашим наблюдениям, молодые животные гибнут гораздо быстрее, чем взрослые. На аутопсии таких животных можно видеть далеко зашедшую атрофию кожи, мышц, костей и т. п. Часто мы находили язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, ороговение слизистой мускулатуры желудка и т. п.

Частичное удаление обоих полушарий головного мозга либо удаление одного полушария эффекта на рост не оказывает. Очевидно, что для получения указанного феномена «переключения» доминирующих высших симпатических и парасимпатических центров межучасточного мозга необходимо тотальное удаление обоих полушарий головного мозга [полосатого тела, высшего вегетативного центра (Dresel)]. Можно предположить, что указанный тонус *s. striati* может быть осуществлен любым участником его, что не противоречит вообще тем данным, которые мы имеем по поводу локализации функций в головном мозгу птицы. Еще Flourens (17) отметил тот факт, что голуби, у которых сохранился после удаления головного мозга маленький кусочек, внешне ничем не отличались от нормальных. Подобного же рода данные были получены нами на голубях методом условных рефлексов. При удалении различных участков головного мозга условные рефлексы сохранились в полной мере. Они сохранились также и в тех случаях, когда оставались лишь небольшие участки головного мозга. Эти факты, а также данные, полученные нами в настоящей работе, заставляют думать, что центральная нервная система птиц (головной мозг, его полушарие) как для высшей нервной деятельности, так и для осуществления трофических функций в организме является, повидимому, равноценной. Для поддержания нормального трофического тонуса достаточно наличие части полушарий головного мозга.

На основании полученных нами данных мы позволим себе следующие выводы:

1. Удаление обоих полушарий головного мозга у цыплят ведет к задержке роста.
2. Удаление только одного полушария головного мозга у цыплят задержки роста не вызывает.
3. Частичное удаление мозга (теменных, височных, затылочных, передних долей обоих полушарий головного мозга) эффекта задержки роста у цыплят не вызывает.

4. Феномен задержки роста цыплят при удалении обоих полушарий головного мозга, повидимому, связан с «феноменом переключения» функций высших вегетативных центров межоточного мозга с доминирующего парасимпатического типа на симпатический.

5. Феномен переключения связан с нарушением «нервно-трофического ансамбля», в результате чего у животных начинаются прогрессирующие атрофично-дистрофические процессы, приводящие их к гибели.

6. Закон деятельности центральной нервной системы, установленный Sherrington для спинного мозга, Magnus — для мозжечка, Павловым — для коры головного мозга, повидимому, действителен и для деятельности межоточного мозга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Баяндуров, Сиб. архив теоретической и практической медицины, III, 8, 1928.—2. В. I. Bajandurov, Pflüg. Arch., 224, 6, 1930.—3. Б. И. Баяндуров, Труды Гос. института экспер. вет., VII, 1, 75, 1930.—4. Б. И. Баяндуров, Труды Хар. института эндокрин., 1936.—5. Б. И. Баяндуров и В. А. Пегель, Труды Томск. мед. института, 1, 2, 1934.—6. Б. И. Баяндуров и А. В. Фалеев, Труды Томск. мед. института, 1933.—7. Б. И. Баяндуров и А. В. Фалеев, Труды Томск. мед. института, 1935.—8. Б. И. Баяндуров и Ф. Г. Попов, не опубликовано.—9. Ф. Г. Попов, не опубликовано.—10.—11. Н. А. Попов, Сб. Нервная регуляция питания, 1934.—12. Б. И. Баяндуров и М. Ф. Васильев, Труды Томск. мед. института, 1935.—13. N. A. Porow u. V. I. Bajandurov, Pflüg. Arch., 221, 4, 1929.—14. А. Богомолец, Вегетативные центры обмена, 1927.—15. А. А. Ухтомский, Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы 11, 1926.—16. Sherrington, The integrative action of the nervous system, London, 1911.—17. Flourens, Recherches expériment. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux, Paris, 1892.

ZUR FRAGE DER TROPHISCHEN FUNKTION DES GROSSHIRNS

EINFLUSS PARTIELLER, HALBSEITIGER UND TOTALER ABTRAGUNG DER GROSSHIRNHemisphären AUF DAS WACHSTUM VON HÜHNCHEN

B. I. Bajandurov und W. A. Pegel

Aus d. Physiologischen Laboratorium (Vorst.: Prof. B. I. Bajandurov) d. Staats-Medizinischen Instituts, Tomsk

1. Abtragung beider Grosshirn-Hemisphären bei Hühnchen hat eine Hemmung des Wachstums zur Folge.

2. Bei Abtragung einer Hemisphäre ist das Wachstum der Hühnchen nicht gehemmt.

3. Partielle Entfernung Von Gehirnteilen (Occipital-, Parietal-, Temporal-, Vorderlappen beider Hemisphären) bewirkt keine Wachstumshemmung.

4. Das Phänomen der Wachstumshemmung bei Entfernung beider Hemisphären des Grosshirns von Hühnchen steht anscheinend im Zusammenhang mit dem Phänomen der «Umschaltung» der höheren vegetativen Zentren im Zwischenhirn, deren Funktionen vom überwiegend parasympathischen Typus zum sympathischen übergehen.

5. Das Phänomen der «Umschaltung» beruht auf einer Störung des «ensemble neuro-trophique», infolge deren bei den Tieren atrophisch-dystrophische Vorgänge einsetzen, an denen die Tiere zugrunde gehen.

6. Das von Sherrington für das Rückenmark, von Magnus für das Kleinhirn, von Pawlow für die Grosshirnrinde aufgestellte Gesetz der Tätigkeit des Zentralnervensystems ist allem Anschein nach auch für die Tätigkeit des Zwischenhirns gültig.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДКОРКОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ МЕТОДОМ ХРОНИЧЕСКИ ВЖИВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ С ПРИ- МЕНЕНИЕМ УСИЛИТЕЛЯ

А. Б. Коган

Из кафедры физиологии (зав.—проф.
Н. А. Рожанский) Ростовского на-
Дону медицинского института

Поступила в редакцию 27.IX.1937 г.

Исследования электрических явлений в головном мозгу, ведущие начало от Dewar и McKendrick (1), Caton (2) и Данилевского (3), были ограничены в отношении глубины анализа низким уровнем техники измерительных приборов. Последовательное расширение возможностей эксперимента связано с усовершенствованием методики исследования, достигшей за последнее время в связи с применением ламповых усилителей и катодных осциллографов значительной степени совершенства.

Если ранние работы Gotch и Horsley (4), Beck (5), Cybulski (6) и ряда других авторов создали известное представление о качестве электрических явлений в центральной нервной системе как прерывистом процессе, соответствующем деятельности нервных элементов, то исследования последних лет приобретают все более характер количественного анализа. Главным образом внимание экспериментаторов сосредоточивается на суммарных явлениях, обнаруживаемых в коре больших полушарий в связи с вопросами локализации высшей нервной деятельности [Fischer (7), Kornmüller (8), Bartley (10), Саркисов (11, 12), Berger (13) и др.]. С другой стороны, работы Adrian (19) и его сотрудников (1931—1935) идут по пути физиологического анализа механизмов деятельности нервных элементов.

Наблюдения электрических явлений в подкорковой области головного мозга производились главным образом в острых опытах исследования различных путей рецепции, например, слуховых и зрительных [Wang-Ging-Hsi-Chin (14), Bartley (10)]. Более широко эти наблюдения для разных отделов ставили Gerard, Marshall и Saul (15).

Наши наблюдения (16), проведенные в острых опытах с помощью погруженных электродов с усилителем на катодных лампах и струнным гальванометром на выходе, показали ряд особенностей подкорковой электроэнцефалограммы, в том числе закономерную изменчивость во времени с момента погружения электродов.

Так как целью нашей работы было исследование локализации подкорковых рефлекторных центров, то ближайшей задачей явилась разработка метода, позволяющего вести хронические наблюдения электрических явлений в подкорковой области.

I. Усилительная установка

Ввиду того что в кривой подкорковой электроэнцефалограммы наблюдалось наличие очень медленных компонентов (период до 10—20 секунд), было необходимо для правильной передачи последних

применить специальную установку, допускающую усиление колебаний большого периода вплоть до постоянного тока.

Усилитель представляет собой 2 ступени предварительного усиления и двояный конечный каскад усиления мощности, образующий выход по типу мостика (см. схему). Для неискаженного усиления медленных и интерферирующих разноточастотных колебаний применена схема балансирующей прямой междупламповой связи (direct coupling). Для колебаний достаточно большой частоты (импульсы в нерве, звуковые частоты) может быть использована путем переключений схема емкостноомической связи (capacity coupling). В этом случае необходим подбор величин сеточной емкости и сопротивления утечки для установления оптимальной величины «постоянной времени» (time constant). Следует, однако, учитывать, что при увеличении емкости сеточного конденсатора свыше $1 \mu F$ сказывается блокирующее действие накопления сеточного заряда.

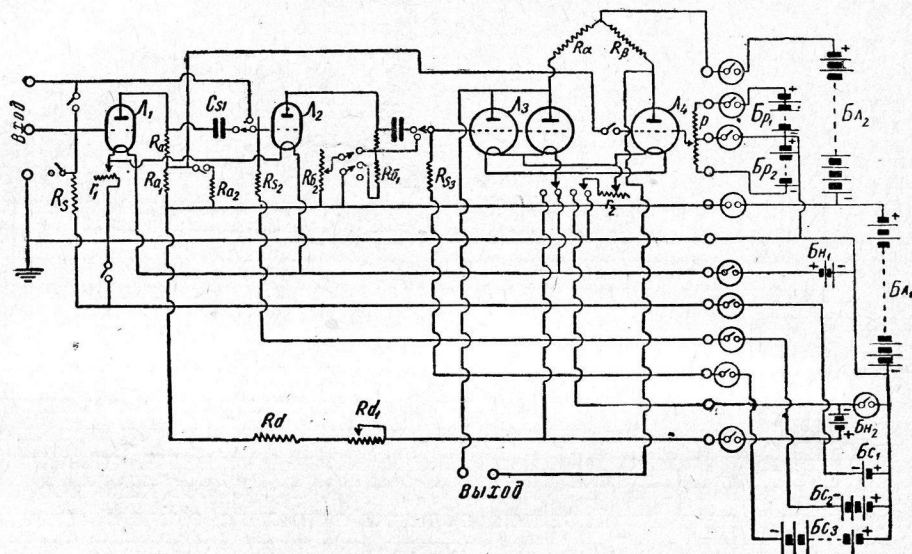


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя. Л₁, Л₂ — УБ-110; Л₃, Л₄ — УБ-132; R_с, R_{с2}, R_{с3} — 1 — 3 МΩ; R_{α1,2} — 50 — 150 000 Ω; R_{β1,2} — 50 — 100 000 Ω; R_{γ1} — 25 Ω; R_{γ2} — 5 Ω; C_{с1,2} — 0,1 — 0,5 μF; P — 600 Ω; R_{α,β} — 10 000 Ω; БЛ₁ — 80 В; БЛ₂ — 120 В; БН_{1,2} — 20 В; БН_{1,2} — 4 В; БС₁ — 2 В; БС₂ — 6 В; БС₃ — 20 В.

В ступенях предварительного усиления поставлены лампы УБ-110, дающие при малом потреблении тока накала (0,065—0,085 А) коэффициент усиления $\mu = 35$. На выходе усилителя более мощные УБ-132 образуют мостик с двумя балластными сопротивлениями. Анодное напряжение подводится к средней точке.

Такая система выхода имеет ряд преимуществ перед методами компенсации анодного тока (Kahlson, 1928, Делов, 1930 и Gasser, Newcomer, 1921, Adrian, 1926):

1. Отпадают искажения медленных колебаний, неизбежные при последовательном включении емкости.
2. Отсутствие постоянного тока в измерительной цепи устраняет возможные повреждения чувствительной регистрирующей системы.
3. Устраняются искажения за счет постепенного изменения нулевого положения вследствие разряда батарей.
4. При помощи потенциометра, меняющего сеточное напряжение лампы боковой цепи, можно точно устанавливать и менять нулевую точку даже во время работы усилителя.

Питание усилителя осуществляется полностью от аккумуляторных батарей.

Регистрирующий прибор — струнный гальванометр со значительно натянутой струной (1 мВ — 0,1 см), что повышает подвижность и уменьшает время установки струны. Повышение чувствительности достигается соответственным усилением, а также удалением фотографического столика от гальванометра (Воронцов, 1932).

Общая чувствительность установки может достигать до 35 м редуцированного отклонения на 1 мВ. Практически высокие степени чувствительности ограничиваются уровнем помех (noise level). Большинство снимков сделано при чувствительности 1 мВ = 20—40 см.

Вся установка, аккумуляторы, операционный столик, станок для хронических животных, подсобная аппаратура и место для экспериментатора находятся в помещении, экранированном заземленной металлической сеткой. Во время опыта все осветительные проводки в здании переключаются на питание постоянным током от умформера.

II. Система отведения

Выбор формы электродов определился требованиями глубокого ориентированного отведения, которым обычные системы отведения от обнаженной поверхности мозга (Kornmüller, 1932—1935, Tönnies, 1933) или от кожи черепа (Berger, 1929—1932, Jasper и Carmichael, 1935), так же как и хорошая в смысле локальности, но неориентированная система concentric needle electrode—Bronk, 1928, не могут удовлетворить.

Нами были применены погружные парные точечные электроды в виде тонкой стеклянной капиллярной трубки, через которую проходила проволока с платиновым наконечником, припаянным на конце капилляра—наружу. Парафинированная деревянная пробка, ввинчиваемая в трепанационное отверстие, служила держателем для электродов. Подобная форма электродов была использована как в острых опытах, так и с небольшими изменениями для хронического вживления.

Серия острых опытов была поставлена на кошках, собаках и кроликах (58 животных) под морфинно-хлороформным наркозом и без такового. Хронические опыты были проведены на 9 животных (кошки, собаки) со вживленными в разные участки подкорковой области электродами (варолиев мост, четверохолмие, зрительные быгры, подбугорная область). Основной материал получен на кошках.

Влияние расстояния между электродами было исследовано в опытах со сравнением кривых, записанных от разно удаленных точечных электродов. При увеличении межэлектродного промежутка кривая принимает более сложный характер с наличием суммированных волн, в то время как сближение электродов выявляет сравнительно простые высокочастотные ритмы, отражающие в известной мере местную синхронную деятельность нервных элементов.

Подобное представление согласуется с наблюдениями Adrian и Matthews (1934) об уменьшении суммированных волн при сближении электродов при отведении от коры больших полушарий у кроликов.

Для системы парных электродов представлялось также нужным выяснить значение направленности оси освещения. При сравнении кривых, полученных в разных комбинациях от электродов, образующих углы треугольника со стороной 1—2 см (значительное удаление) и расположенных в виде квадрата со стороной 2 мм (парные системы), было найдено, что даже в ограниченном участке на протяжении миллиметров электрические явления различной ориентированности имеют совершенно различный характер. Это обстоятельство указывает на наличие строгой ориентированности электрических явлений соответственно нервным путям и отвергает представление о равномерной радиальности их распространения, обусловленной физически.

Сравнение результатов серии записей от электродов разного уровня погружения (наклон оси отведения и изменение межэлектродного расстояния) подтверждает приведенные выше соображения.

Проверка результатов метода «униполярного» отведения, пользующегося широким распространением (Fischer, 1932, Kornmüller, 1932—1935, Саркисов и Ливанов, 1933—1935), и сравнение его с точечным двухполюсным малом межэлектрод-



Рис. 2. Подопытное животное с вживленными электродами

ного расстояния (2—3 мм) показывают, что первое дает более сложную суммированную кривую.

Отсюда следует вывод, что для целей локального ориентированного отведения наиболее подходящей является двухполюсная система расположенных электродов.

III. Изменчивость во время реакции на повреждение

Наши прежние наблюдения (Коган, 1934) показали «спонтанные» изменения характера кривой, записываемой с погруженных электро-

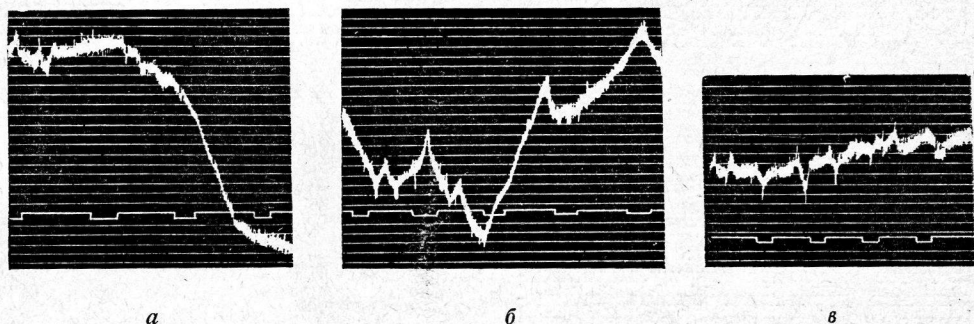


Рис. 3. Записи электродами разного уровня погружения через четверохолмие в область варолиева моста. Глубина погружения от поверхности коры одного электрода—55 мм, другого: а—20 мм, б—30 мм, в—55 мм (электроды рядом)

дов с течением времени. После погружения электродов возникающие вначале бурные нерегулярные колебания, образованные разночастотными суммированными ритмами, постепенно сглаживаются, выявляя

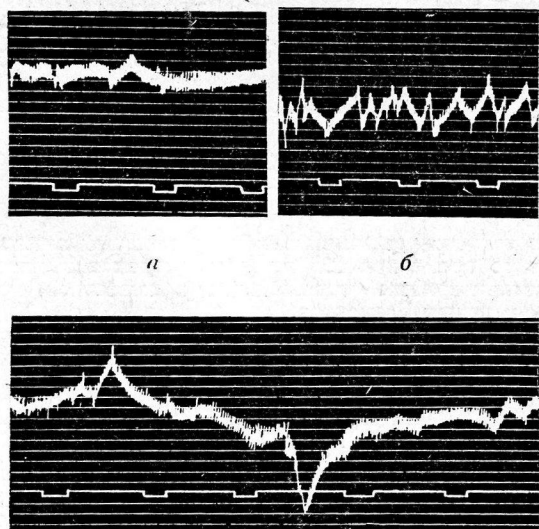


Рис. 4. Биполярное и униполярное отведение от подбугорной области у собаки: а—парные электроды (расстояние 3 мм), б—удаленные парные электроды (расстояние 12 мм), в—униполярное отведение: активный — один из парных, индифферентный — на обнаженной поверхности теменной кости черепа

более однообразную картину и приходя через некоторое (различное — в пределах от 5 до 30 минут для разных участков погружения) время к относительному постоянству фона.

Если при этом вести регистрацию электрических явлений из какого-либо удаленного участка, то оказывается, что погружение элект-

тродов вызывает резкие изменения кривой даже при значительном расстоянии от места погружения, причем эти изменения имеют еще более стойкий во времени характер. Если большие медленные волны, возникающие в подбугорной области у кошки при погружении электродов в зрительный бугор, исчезают через 15—20 минут, то погружение через хвостатое тело и четверохолмие вызывает в отведении от варолиева моста ритм медленных колебаний, длящийся более 3 часов.

Такое местное и распространяющееся влияние повреждения может быть сопоставлено с ритмичными разрядами в коре больших полушарий, возникающими при повреждении уколom (Adrian и Matthews,

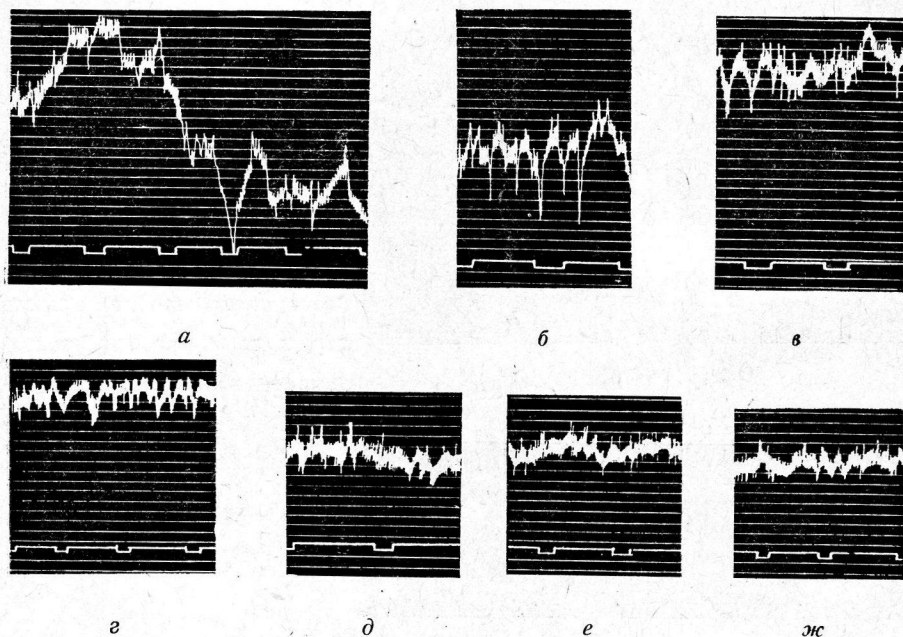


Рис. 5. Изменение формы электроэнцефалограммы во времени после погружения парных электродов в подбугорную область у собаки: а — через 30 сек. после погружения, б — через 5 мин., в — через 15 мин., г — через 20 мин., д — через 25 мин., е — через 30 мин., ж — через 35 мин.

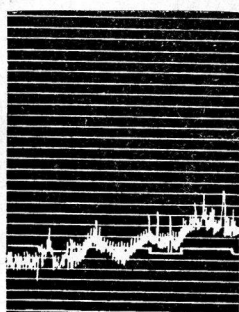
1933), а также от действия стрихнина или пикротоксина (Fischer, 1933). Однако реакция подкорковых отделов на повреждение отличается от аналогичных явлений в коре как длительностью, так и значительно более редким ритмом колебаний, принимающих характер медленных волн.

Состояние послеоперационной изменчивости электрических явлений в подкорковой области естественным образом ставит вопрос о том, насколько длительно травматическое последствие и в какой мере следует считаться с его наличием в хронических опытах. Чрезвычайно показателен в этом отношении сравнительный анализ поведения животного и изменения электроэнцефалограммы у кошки в послеоперационный период.

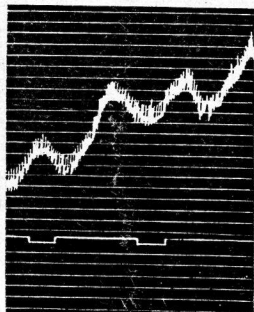
В зависимости от выбранного участка погружения электродов травматический эффект или почти не нарушает поведения (зрительные бугры), или обуславливает преходящее (порядка часов) угнетение ряда рефлексов (подбугорная область), или же приводит жи-

вотное в состоянии глубокой общей заторможенности (варолиев мост), длящееся иногда до 4—5 дней. В последнем случае картина общего угнетения напоминает глубокий сон. По мере исчезновения этих обратимых изменений выступают постоянные явления выпадения от разрушения.

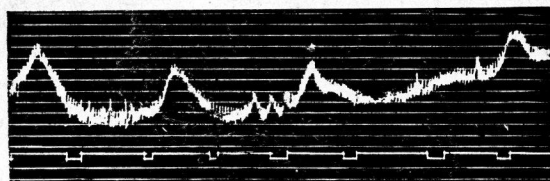
Изменчивость электроэнцефалограммы сопровождается изменениями поведения: наибольшая оживленность и разнохарактерность больших колебаний соответствует периоду угнетения; период восстановления характеризуется постепенным упрощением кривой. Являясь отдаленным продолжением резкой изменчивости электроэнцефалограммы, наблюдаемой с момента погружения, эти изменения достигают после восстановления нарушений поведения известной степени постоянства



а



б



в

Рис. 6. Записи парными электродами из задней части варолиева моста у собаки: а — исходный фон, б — через 5 сек. после повреждения правого переднего бугра четверохолмия, в — через 5 сек. после повреждения средней части варолиева моста

фона. Следует отметить, что описанные явления глубокого угнетения и соответственных изменений электроэнцефалограммы при погружении в определенные отделы подкорковой области наблюдались у кошек, на которых и получены основные результаты. У собак при той же топографии нарушений поведения не было получено, что может указывать на некоторые видовые особенности. Анализ поведения при электроэнцефалографическом контроле дает возможность определить длительность обратимых изменений, по истечении которых может быть поставлено исследование рефлекторных механизмов в условиях сравнительно постоянного фона.

IV. Медленные колебания потенциала в симметричном отведении

При отведении двумя электродами, погруженными до основания мозга на расстоянии 15—20 мм друг от друга в симметричные области от варолиева моста до воронки, регистрируется кривая своеобразной формы со сложным ритмом колебаний в 3 темпа, напоминающая строение кимограммы.

Опыты одновременной записи электрограммы и кривой кровяного давления показали, что при падении кровяного давления до нулевого (выпускание крови, остановка сердечной деятельности) медленные колебания потенциалов пульсового темпа исчезают. В то же время еще более медленные отклонения остаются на время до 40 минут. Искусственные пульсации при перфузии мозга не дают восстановления колебаний, и, таким образом, возможность механической их природы должна быть исключена. Ряд соображений заставляет думать о возникновении «пульсовых» потенциалов в мышечных элементах сосудистых стенок, обусловленном деформацией в условиях сохранения физиологических свойств последних.

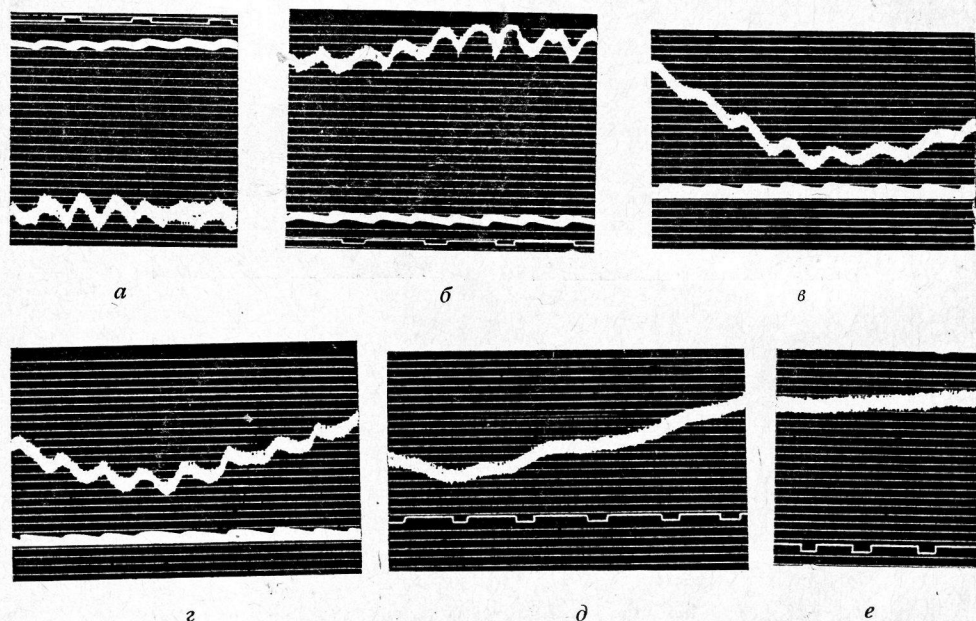


Рис. 7. Одновременная регистрация медленных колебаний потенциала в симметричном отведении (передняя часть варолиева моста) и колебаний кровяного давления (art. carotis) у кошки: а—исходная запись, б—после выпуска 20 см³ крови, в—после выпуска 60 см³ крови, г—через 5 сек. после остановки дыхания, д—через 10 сек. после прекращения работы сердца, е—через 40 мин.

Что касается медленных отклонений большого периода (до 20—30 секунд), то их наличие после остановки кровообращения и даже увеличение в первый период кровопускания говорят против прямой связи этого явления с гемодинамическими процессами. Скорее можно думать о связи их с центральными нервными механизмами регуляции кровяного давления наподобие образующих периодичность волн Traube-Hering.

Таким образом, в анализе электроэнцефалографических данных следует учитывать наличие электрических явлений, возникающих не только в нервных элементах мозга, но и в других его тканях.

V. Локализация и изменчивость

Ряд наблюдений был поставлен над изменчивостью подкорковой электроэнцефалограммы, обусловленной как топографическими различиями места отведения (условно разграниченные области вароли-

ева моста, четверохолмия, зрительных бугров и подбугорной), так и различными формами рефлекторной деятельности.

Предварительные результаты показывают известную ограниченность электрических явлений в различных участках подкорковой области, хотя характерных различий «спонтанной» кривой различных отделов отметить не удается.

В хронических опытах действия различных раздражителей (кожных, звуковых, световых, проприоцептивных) обнаружены местная избирательность и различие форм ответа, характеризующегося большой выраженностью последствия.

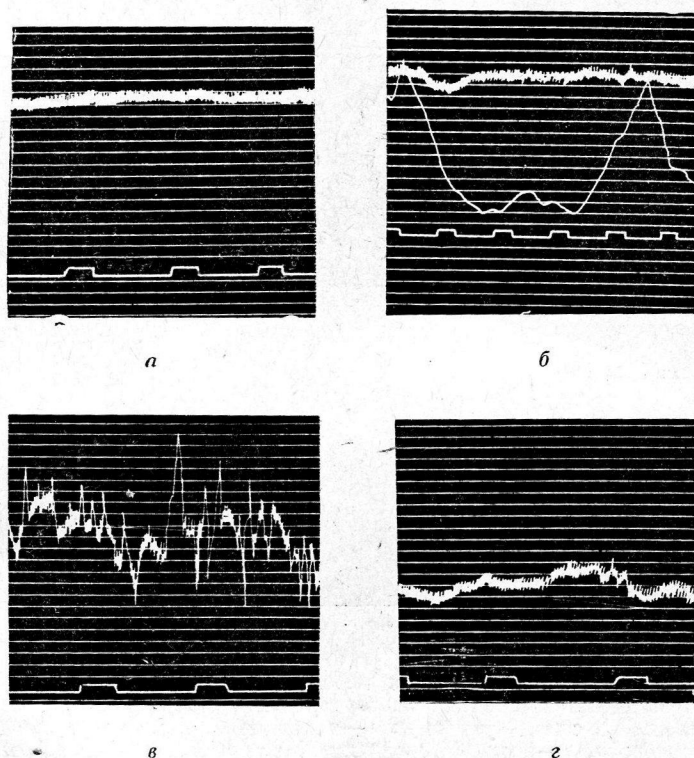


Рис. 8. Отведения парными электродами при погружении по направлению к четверохолмию (кошка): *а*—глубина 15 мм от поверхности коры, *б*—глубина 25 мм, *в*—глубина 26—27 мм (уровень четверохолмия), *г*—электроды слегка подняты (25 мм)

Дальнейшая работа ведется по специальному исследованию изменчивости электроэнцефалограммы различных подкорковых областей при действии пищевых и отвергаемых раздражителей для выяснения структуры и локализации центральных механизмов пищевых и оборонительных реакций.

В ы в о д ы

1. Для правильной передачи колебаний потенциалов различного периода применена схема усилителя на прямой междупламповой связи. Балансированный выход по типу мостика представляет ряд существенных преимуществ, устраняющих искажения и представляющих хорошие условия работы регистрирующего прибора.

2. Исследование значения расположения и системы хронических электродов показало, что целям глубокого локального ориентированного отведения из подкорковой области наиболее удовлетворяет двухполюсная система парных точечных электродов малого межэлектродного расстояния.

3. Погружение электродов в подкорковую область связано с эффектом повреждения, который проявляется в переходящей изменчивости электроэнцефалограммы, идущей параллельно характерным

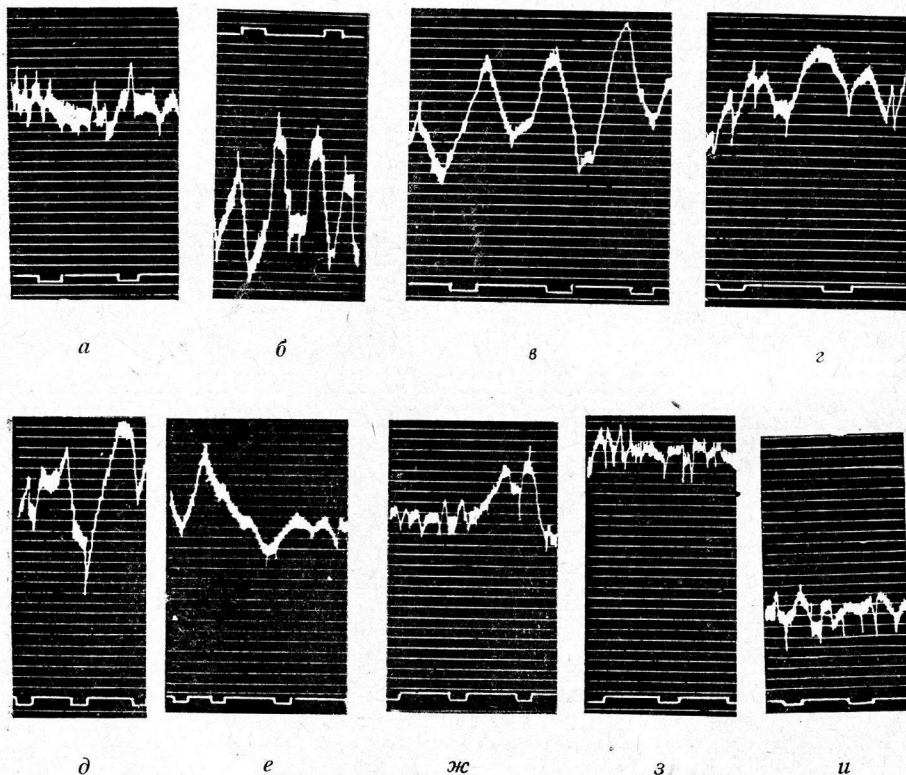


Рис. 9. Кошка с электродами, вживленными в переднюю часть варолиева моста. Локание молока (10 сек. — 8 см³): *а* — исходный фон, *б* — через 1 сек. после начала локания, *в* — через 5 сек., *г* — через 1 сек. после конца локания, *д* — через 1 мин., *е* — через 2 мин., *ж* — через 5 мин., *з* — через 10 мин., *и* — через 20 мин.

изменениям поведения животного. Интенсивность и распространенность травматических явлений различна в зависимости от участка погружения.

4. При симметричном освещении из глубоких слоев, близких к основанию мозга, регистрируются колебания потенциалов, связанные с сосудистыми явлениями и нервными механизмами, имеющими отношение к кровообращению.

5. Электрические явления в подкорковой области имеют локальный характер, однако топографическая специфичность не была обнаружена.

6. Рефлекторная деятельность сопровождается изменчивостью подкорковой электроэнцефалограммы избирательно местного характера, различной формы ответа и с большими явлениями последействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dewar Y., McKendrick Y., Transact. Roy. Soc. Edinburgh, 27, 141, 1876.—
2. Caton R., Zbl. Physiol., 4, 785, 1890; Врѣч. № 45, 881. 1887.—3. Danilewsky W., Zbl. Physiol., 5, 1, 1891.—4. Gotch F., Horsley V., Proc. Roy. Soc., London, 45, 18, 1889.—5. Beck A., Zbl. Physiol., 4, 572, 1890; Pflüg. Arch., 155, 461, 1914.—6. Cybulsky N., Vélenska-Macieszyna, Zbl. Physiol., 33, 406, 1916.—7. Fischer M., Pflüg. Arch., 230, 161, 1932.—8. Kornmüller A., Journ. f. Psych. u. Neurol., 44, 447, 1932; 45, 172, 1933; Naturwissenschaften, H. 22—24, 414, 1934.—9. Bartley S. H., Bishop G., Amer. Journ. Physiol., 103, 159, 1933.—10. Bartley S. H., Amer. Journ. Physiol., 110, 666, 1935.—11. Саркисов С., Ливанов М., Сов. невроп., психиатр. и психол., 2, 1, 1933.—12. Саркисов С., Сов. невроп., психиатр. и психол., 3, 1, 1934.—13. Berger H., Arch. Psych. u. Nervenkr., 87, 527. 1929; 94, 16, 1931; 96, 746, 1932; 102, 538, 1934.—14. Wang-Wing-Hsi-Chin, Journ. Physiol., 8, 121, 1934 (по цит. ges. Physiol., 1935).—15. Gerard R., Marshall W., Saul, L., Amer. Journ. Physiol., 109, 38, 1934.—16. Коган А., Сообщение на VI Кавказском съезде физиологов, Эривань, 1934 Proceedings of Caucas. Physiol. Congress, 1935).—17. Kahlson G., Pflüg. Arch., 220, 132, 1928.—18. Gasser H., Newcommer Y., Amer. Journ. Physiol., 57, 1, 1921.—19. Adrian, E. Journ. Physiol., 61, 49, 1926.—20. Воронцов Д., Шеревский А., Ученые записки Казанского гос. универс. кн. 2—3, вып. 1932.—21. Tonnes G., Journ. Physiol. u. Neurol., 45, 154, 1933.—22. Jasper H., Carmichael L., Science, 1935 (цит. по Ber. ges. Physiol., 1935).—23. Adrian E., Matthews BHC., Journ. Physiol., 80, Proc., 1, 1933; 81, 440, 1934.—24. Fischer M., Klin. Med. Nr. 1, 1933 (цит. по Adrian и Matthews, 1933).

INVESTIGATIONS ON THE SUBCORTICAL ELECTRO-ENCEPHALOGRAPH BY THE METHOD OF CHRONICALLY INGROWN ELECTRODES AND WITH THE APPLICATION OF AMPLIFIERS

A. B. Cohan

Chair of Physiology (Head — Prof.
M. A. Rozhansky), Medical Institute,
Rostov/Don

An electron tube amplifier is proposed for the study of the electrical phenomena of the subcortical part of the brain. Direct coupling with bridge output has been applied, allowing the registration of potential waves of different time duration without distortions. Bipolar immersed electrodes have been used in acute as well as in chronic experiments. The local difference in the curve shape, as well as the posttraumatic nature of some potential waves arising from the insertion of the electrode, have been demonstrated.

With the use of symmetrical electrodes, immersed into the brain basis, slow potential waves in the pulse rhythm as well as Traube-wave-rhythm have been observed.

It has been found, that reflexes (and in particular, food and defensive reactions) provoke electrical responses of different localization, producing curves of different shape.

ЗНАЧЕНИЕ УГЛЕВОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОГЕНИИ МЫШЦ

А. И. Караев

Из физиологической лаборатории
(дир.—проф. П. Ю. Ростовцев) Азербайджанского мединститута

Поступила в редакцию 4.III.1937 г

Согласно господствующим в настоящее время концентрационно-мембранным теориям биоэлектрических явлений токи действия мышц объясняются изменениями проницаемости мембран и связанными с ними передвижениями ионов. Однако уже давно установлено, что источником тепловой и механической энергии мышцы является процесс распада ее органических веществ. Поэтому, естественно, возникает вопрос, какое отношение имеет распад органических энергетических веществ к возникновению электрической энергии. В последнее время в литературе появились возражения против чисто концентрационно-мембранной теории биоэлектрических явлений. Так, например, А. Hill (1) утверждает, что наблюдавшиеся на мембранах состояния не могут быть сведены к простому физико-химическому равновесию и что для их поддержания необходима затрата энергии.

Если признать необходимость затраты энергии для поддержания мембранного равновесия и его изменений при деятельности мышц, то следует выяснить тот источник, из которого получается эта энергия. Таким источником могут быть, конечно, только те химические процессы, при которых вообще происходит освобождение энергии, а такими процессами в мышце в первую очередь являются процессы распада углеводов. Можно предположить, что должна существовать известная связь между распадом углеводов как основного энергетического материала мышцы и ее электрическими потенциалами. Установление этой связи и являлось задачей настоящего исследования.

В доступной нам литературе указания на непосредственное изучение этой связи мы не нашли, имеются лишь косвенные указания. Так, например, Furusawa (2) в 1929 г., изучая влияние отсутствия кислорода на возбудимость, а также на ток покоя нерва краба, показал, что при отсутствии кислорода параллельно с уменьшением возбудимости падает и ток покоя. При поступлении кислорода восстанавливается исходная величина возбудимости и тока покоя. Подобного же рода указания можно найти и в работах Koch (3) и др. [Gerard (4), Leutharat и Zeller (5)].

Несколько позднее появилось исследование Мужеева и Бороздыко (6) над изменениями тока покоя скелетной мышцы лягушки в зависимости от различных нагрузок, в котором в нескольких словах говорится о значении гликолитических процессов для возникновения тока покоя, причем никаких данных, подтверждающих это заявление, не приводится. Совсем недавно опубликована работа Михельсона (7) о влиянии анаэробнозиса и отравления моноиодацетатом на ток покоя скелетной мышцы лягушки. Автор этой работы, пользовавшийся моноиодацетатом для выключения гликоли-

тических процессов, приписывает полученные им изменения тока покоя явлению окоченения и поэтому совершенно справедливо говорит о прямом влиянии выключения энергетических процессов на ток покоя мышц. Независимо от исследований Михельсона¹ в нашей лаборатории был выдвинут вопрос о связи между токами действия и распадом углеводов. Для разрешения его были необходимы такие условия эксперимента, при которых можно было бы, изменяя величину распада углеводов в мышце, изучать колебания ее электрических потенциалов. Осуществление этих условий достигалось путем девисцерации животного по методу проф. П. Ростовцева и последующего внутривенного введения глюкозы. Удалялся весь желудочно-кишечный тракт вместе с селезенкой, поджелудочной железой и путем перевязки *a. hepatica* и *v. portae* выключались функции печени. После операции развивается прогрессирующая гипогликемия, которая приводит животных к гибели при явлениях судорог, когда содержание сахара крови падает до 50—60 мг%.⁰

Для исследования токов действия при тщательном сохранении целостности сосудов отпрепаровывался *m. semitendinosus* и раздражался через нерв при помощи шеррингтоновских электродов одиночными размыкательными индукционными ударами или непосредственно игольчатыми платиновыми электродами, воткнутыми в проксимальный конец мышцы. Токи действия вводились от дистального конца мышцы к струнному гальванометру Einthoven с чувствительностью в 1 мВ = 1 см. Постоянные токи уничтожались конденсатором в 20 мкФ. Время отмечалось электромагнитным камертоном, который давал 50 колебаний в секунду, а момент раздражения — при помощи сигнала Депрэ.

В наших опытах¹ прежде всего надо было изучить общий характер изменения токов действия мышц при уменьшении содержания сахара в крови. С этой целью после девисцерации у 23 кошек приблизительно через каждый час регистрировались токи действия при однократном одиночном раздражении.

Эти опыты показали, что после девисцерации по мере развития гипогликемии токи действия мышц как первой (Φ_1), так и второй фазы (Φ_2) прогрессивно уменьшаются. Если полученные результаты выразить в процентах, то через 5,5 часа после девисцерации первая фаза тока действия падает на 33—96%, а вторая — на 30—100%. Ослабление обеих фаз токов действия можно ясно видеть на приводимых электромиограммах (А).

Установив факт прогрессивного уменьшения токов действия мышц при усиливающейся гипогликемии, надо было выяснить, насколько это уменьшение зависит от содержания сахара крови. С этой целью после девисцерации в ряде опытов одновременно с измерением токов действия определялось содержание сахара крови по методу Hagedorn-Jensen. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Эти опыты показали, что через 3,5 часа, когда содержание сахара крови падает в среднем на 30%, вольтаж первой фазы токов действия мышцы падает в среднем на 25%, а вольтаж второй фазы — на 35%. Через 6 часов, когда сахар крови падает в среднем на 57%, т. е. тогда, когда развивается резкая гипогликемия, вольтаж первой фазы тока действия мышцы падает на 57%, а вольтаж второй фазы — на 58%. Полученные процентные соотношения представлены на рис. 2.

¹ Результаты наших опытов были включены в доклад проф. П. Ю. Ростовцева «Углеводы и функции организма» на XV Международном конгрессе физиологов в Ленинграде 14.VIII.1935 г.

Из этой диаграммы прежде всего видно, что падение токов действия идет в общем параллельно с уменьшением сахара в крови и при достаточно низком уровне последнего процентное уменьшение обеих фаз является совершенно одинаковым.

Далее, эта диаграмма показывает, что в начальной стадии развития гипогликемии вторая фаза подвергается общему изменению в

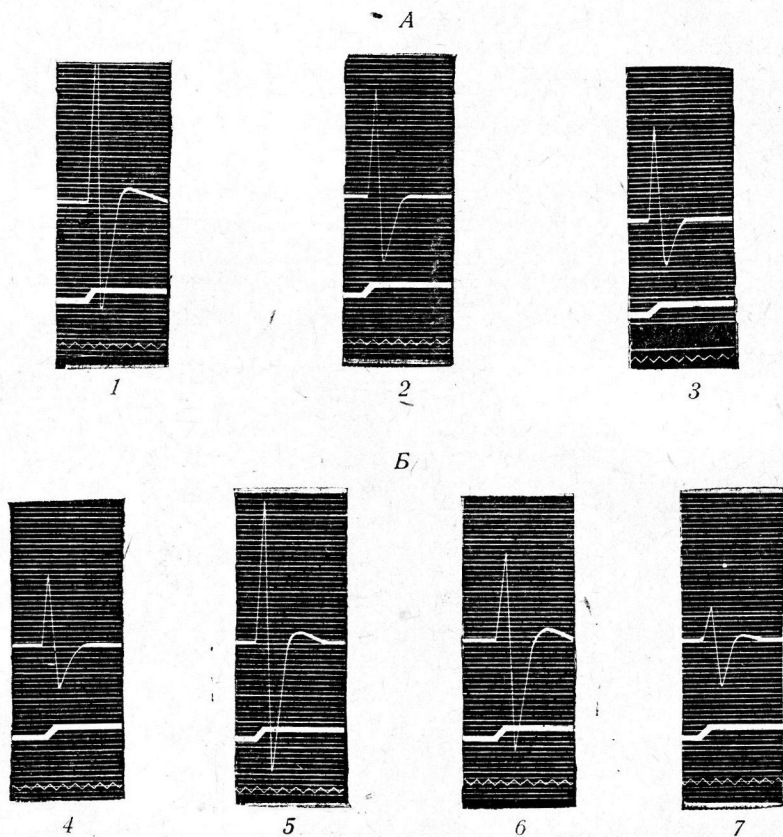


Рис. 1. Кривые к протоколу № 15. Нижняя кривая — отметка времени. На следующей кривой повышение — момент раздражения. 3 кривая — фазы токов действия: А — гипогликемия. Изменения токов действия после девисцерации. Съемка № 1, через 30 минут после девисцерации. Съемка № 2, через 3 ч. 30 мин. после девисцерации. Съемка № 3, через 4 ч. 30 мин. после девисцерации. Б — гипергликемия. Изменение токов действия после инъекции глюкозы. Съемка № 4, через 20 мин. после введения глюкозы. Съемка № 5, через 1 ч. 20 м. после введения глюкозы. Съемка № 6, через 3 ч. 50 м. после введения глюкозы. Съемка № 7, через 5 ч. 20 м. после введения глюкозы.

сравнении с первой. Это указывает на усиление декремента волны возбуждения.

Если уменьшение сахара крови вызывает ослабление токов действия, то можно было предполагать, что увеличение сахара крови должно дать усиление этих токов. Для экспериментального выяснения этого вопроса в ряде опытов после развития ясной гипогликемии, когда токи действия были сильно уменьшены, вызывалась искусственная гипергликемия введением в кровь 5,4% или 10,8% раствора глюкозы.

Таблица 1

Сахар крови в процентах, токи действия в милливольтах

№ протокола	Время после девисцерации							Падение в %
		1 ч. 21 м.	3 ч. 21 м.	—	—	5 ч. 21 м.	6 ч. 21 м.	
13	Сахар крови	0,167	0,128	—	—	0,069	0,035	79
	Ф ₁	6,9	6,1	—	—	4,0	1,8	74
	Ф ₂	4,1	3,2	—	—	2,5	1,2	70
14		30 минут	2 ч. 30 м.	—	—	5 ч. 30 м.	—	
	Сахар крови	0,152	0,130	—	—	0,050	—	67
	Ф ₁	2,7	1,8	—	—	0,8	—	70
15		30 минут	—	3 ч. 30 м.	4 ч. 30 м.	—	—	
	Сахар крови	0,120	—	0,090	0,060	—	—	50
	Ф ₁	6,6	—	4,1	2,5	—	—	62
18		30 минут	2 ч. 30 м.	3 ч. 30 м.	4 ч. 30 м.	5 ч. 30 м.	—	
	Сахар крови	0,128	0,100	0,092	0,075	—	—	42
	Ф ₁	1	1	1	5,5	0,1	—	—
20		30 минут	—	3 часа	4 часа	5 часов	5 ч. 30 м.	
	Сахар крови	0,116	—	0,069	0,062	0,060	0,052	55
	Ф ₁	5,2	—	4,2	4,2	3,8	3,5	33
21		20 минут	—	3 ч. 20 м.	—	5 ч. 20 м.	—	
	Сахар крови	0,120	—	0,079	—	0,058	—	52
	Ф ₁	1	—	6,0	—	5,7	—	—
22		25 минут	1 ч. 25 м.	3 ч. 25 м.	—	5 ч. 25 м.	7 ч. 25 м.	
	Сахар крови	0,170	0,150	0,140	—	0,080	—	53
	Ф ₁	3,0	2,4	2,1	—	1,2	0,5	60
	Ф ₂	1,5	1,2	1,1	—	0,8	0,5	47

В некоторых из этих опытов параллельно с регистрацией токов действия производилось определение содержания сахара крови. Средние данные этих опытов графически изображены на рис. 2.

Все опыты, за исключением одного, показали, что параллельно с увеличением содержания сахара крови увеличиваются токи действия мышцы. При этом выяснилось, что увеличение тока действия наступает не сразу (соответственно скачку сахара крови, вызываемому инъекцией раствора глюкозы), а постепенно и медленно. Именно через 5—10 минут после введения глюкозы, несмотря на то, что со-

¹ Отклонение гальванометра, выходящее за пределы сетки регистрационной ленты.

держание сахара крови увеличено в среднем в 20 раз против того уровня, которого оно достигло после девисцерации, токи действия мышцы увеличиваются незначительно. Полное восстановление токов действия до нормы (первая съемка) наступало в большинстве опытов только через 1—1,5 часа после введения глюкозы.

Лишь в одном опыте после введения глюкозы не наблюдалось увеличения токов, наоборот, наступило их уменьшение. Это можно объяснить тем, что в этом случае введение глюкозы настолько опоздало, что оно не могло уже дать эффекта. Это подтверждается еще тем, что введение глюкозы в этом случае не дало изменения состояния животного.

После полного или частичного восстановления токов действия снова наступает ослабление их, несмотря на то, что содержание сахара крови при этом бывает выше нормы. Это видно на рис. 2 и на приведенных электромиограммах.

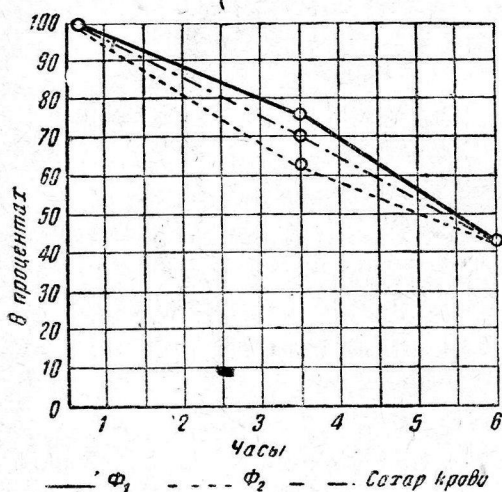


Рис. 2

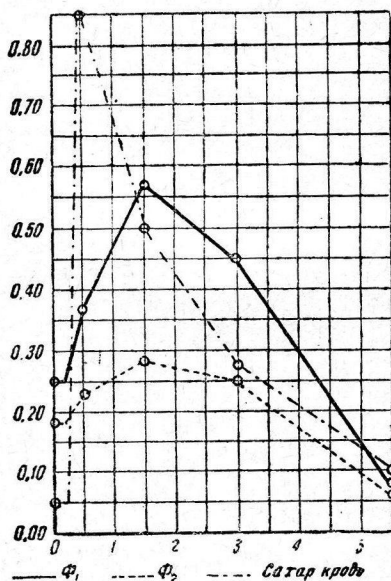


Рис. 3. Каждые 2 см на ординате соответствуют 1 мВ для токов действия и 0,1 г для сахара крови. На абсциссе — часы.

Вторичное введение глюкозы давало вторичное увеличение токов, хотя меньше, чем первое введение. Полученные результаты от вторичного введения представлены в табл. 2.

Для того чтобы проверить, не играет ли роли при введении раствора глюкозы изменение кровяного давления, были поставлены контрольные опыты с введением в кровь рингеровского раствора, которые показали, что введение этого раствора в кровь на токах действия не отражается.

Таким образом, на основании данных проведенных опытов можно констатировать, что уменьшение сахара крови ясно отражается на электрогенности мышц, вызывая уменьшение токов действия.

Это уменьшение становится заметным, когда уровень сахара в крови понижается приблизительно на 20—25 мг% (рис. 2).

Дальнейшее ослабление электрогенических процессов показывает, что они протекают неравномерно, что выражается первоначальным нарастанием декремента и исчезновением его при продолжающемся падении сахара в крови. При увеличении содержания крови (искус-

Таблица 2

Сахар крови в процентах, токи действия в милливольтах

№ про- тока	После девисперации		Введена глюкоза	После введения глюкозы						Введена глюкоза	После введения глюкозы		
	Время	48 мин.	5 ч. 18 м.	5 ч. 33 м.	15 мин.	30 мин.	1 час	—	—	—	5 мин.	15 мин.	2 ч. 30 м.
4	Время	48 мин.	5 ч. 18 м.	5 ч. 33 м.	15 мин.	30 мин.	1 час	—	—	—	5 мин.	15 мин.	2 ч. 30 м.
	Ф ₁ Ф ₂	4,2 2,0	0,7 0,8	30 см ³ 5,4% раств.	0,7 0,6	2,4 0,5	2,3 0,8	—	—	—	3,0 1,1	3,6 1,3	0,5- 0,1
6	Время	48 мин.	4 ч. 18 м.	4 ч. 23 м.	10 мин.	25 мин.	40 мин.	1 ч. 40 м.	3 ч. 40 м.	4 ч. 25 м.	20 мин.	50 мин.	2 ч. 50 м.
	Ф ₁ Ф ₂	4,8 1,4	0,8 0,2	25 см ³ 5,4% раств.	1,2 0,3	1,8 0,4	1,8 0,4	3,0 2,5	3,7 2,8	0,3 0,1	0,4 0,1	0,6 0,6	4,5 2,3
20	Время	30 мин.	5 ч. 30 м.	5 ч. 35 м.	—	25 мин.	—	—	—	—	—	1 час	—
	Сахар крови	0,116	0,152	20 см ³	—	0,815	—	—	—	—	—	0,354	—
	Ф ₁ Ф ₂	5,2 2,8	3,5 1,3	10,8% раств.	—	5,6 2,5	—	—	—	—	—	— ¹ 3,4	—

¹ Отклонение гальванометра, выходящее за пределы сетки регистрационной ленты.

ственная гипергликемия) наступает увеличение токов действия. Однако при гипергликемии между уровнем сахара в крови и электрогенной мышц строгого параллелизма нет. Увеличение токов действия значительно отстает от повышения сахарного уровня крови.

Для выяснения причин отставания были поставлены опыты с введением глюкозы нормальным кошкам. Результаты одного из этих опытов приводятся в табл. 3.

Эти опыты показали, что во вполне нормальном организме увеличение токов действия возрастало также постепенно, как и на наших девисперированных животных. Следовательно, влияние глюкозы на токи действия вообще называется не сразу.

Кроме задержки возрастания токов действия в наших опытах с гипергликемией, из данных табл. 3 можно видеть, что при последующем падении сахара крови токи действия уменьшаются уже в то время, когда сахарный уровень значительно превышает норму. Это можно объяснить ослаблением способности мышц к использованию сахара.

Установленная настоящим исследованием зависимость электроmotorных явлений в мышцах от величины углеводного в них распада показывает,

Таблица 3

№ опыта	Фаза	До введения глюкозы	Введена глюкоза	После введения глюкозы			
				через 5 минут	через 30 минут	через 1 час	через 2 ч. 30 м.
26	Ф ₁	3,6	25 см ³	4,0	4,4	4,9	4,1
	Ф ₂	1,2	10,8% раствора	1,2	1,4	1,4	1,0

что концентрационно-мембранные изменения, вызывающие электрические явления в мышцах, базируются на энергии, освобождающейся при распаде углеводов. Задача будущих исследований — более углубленное и детальное изучение механизма этой зависимости.

Выводы

На основании всех полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Понижение содержания сахара в крови вызывает ослабление токов действия мышцы, одинаково как первой, так и второй фазы.

2. Повышение уровня сахара крови вызывает усиление токов действия.

3. Эти явления доказывают зависимость электрогенной мышцы от углеводного распада, и, следовательно, концентрационно-мембранные изменения в мышцах, обуславливающие развитие электрических явлений, также находятся в связи с процессом распада углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hill A., Proc. Roy. Soc. B., 103, 195—206, 1928.—2. Furusawa K., Journ. of Physiol., 67, 325—342, 1929.—3. Koch E., Pflüg. Arch., 216, 100—122, 1927.—4. Gerard R., Amer. Journ. Physiol., 92, 498—541, 1930.—5. Lenthardt F. u. Zeller A., Pflüg. Arch., 234, 369—379, 1934.—6. Мужеев В. и Борздыко С., Биол. журн., II, 1, 70—76, 1933.—7. Михельсон Н., Физиол. журн. СССР, XIX, в. 5, 987—995, 1935.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНУТНОГО ОБЪЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ ПО СПОСОБУ GROLLMAN

В. В. Парин, А. П. Полосухин, В. Н. Черниговский

Из кафедры физиологии Свердловского государственного медицинского института (зав. кафедрой—проф. В. В. Парин)

Получено в редакцию 14.IV.1937 г.

Стремление расширить, углубить и уточнить исследование кровообращения больного и здорового человека вызвало к жизни целый ряд методов, в частности, имеющих целью выяснение количественной стороны циркуляции — систолического и минутного объема кровообращения. В числе этих методов за последнее время наибольшим вниманием физиологов и клиницистов, несомненно, пользуется, ацетиленовый метод Grollman.

Теоретические предпосылки этого метода, так же как и других «газовых» методов определения минутного объема (MV) — установление необходимого полного равновесия в системе легкие — баллон, быстрая вступления газа через альвеолярную стенку в кровь и т. д., оставляют, однако, до сих пор известную почву для сомнений, вследствие чего экспериментальные попытки проверки точности метода, несомненно, вполне своевременны и желательны. Эти соображения и послужили причиной появления настоящей работы, авторы которой решили подойти к разрешению вопроса в условиях сердечно-легочного препарата по Старлингу путем одновременного определения MV по способу Грольмана и прямого измерения объема выбрасываемой левым желудочком крови.

Методика

Все опыты поставлены на собаках.

Основная операция — приготовление сердечно-легочного препарата — производилась обычным образом. Во всех опытах за счет доведения до минимума емкости системы мы смогли обходиться без прибавления крови от второй собаки, заполняя весь прибор кровью от животного, служившего для приготовления сердечно-легочного препарата. Взятие крови производилось через канюлю из art. carotis comm. до вскрытия грудной клетки, что вместе с тем значительно уменьшало кровотечение во время последующей торакотомии. Известное ограничение максимального уровня MV, обусловленное применением ради уменьшения емкости системы подводящих трубок малого сечения (внутренний диаметр около 4 мм), в наших опытах не имело особого значения, так как нашей задачей являлось только установление количественных соотношений между цифрами прямого измерения MV и газового определения его в определенных одновременных стадиях опыта.

Для предотвращения свертывания крови мы пользовались синантрином № 33 (серия № 72), любезно предоставленным нам Московским институтом экспериментальной физиологии и терапии¹. При обычной дозировке препарата (1 г на 1 200—1 400 см³ крови) он вполне устранял свертывание крови, не вызывая вместе с тем никаких нежелательных осложнений со стороны деятельности сердца и состояния легочных сосудов.

¹ Пользуясь случаем, авторы выражают свою искреннюю признательность институту и в особенности д-ру Н. В. Богданову.

сферой, достигая этим вытеснения воздуха втекающей в резервуар кровью в волюметр. Засекая по секундомеру время, мы получали, таким образом, возможность измерить MV по шкале волюметра. На время прекращения оттока крови из основного венозного резервуара кровь поступала в венозную канюлю из запасного резервуара t_1 , присоединенного к последней при помощи Y-образного тройника. Давление в запасном резервуаре поддерживалось на уровне давления в основном резервуаре к моменту начала измерения MV. Зажим этого запасного резервуара открывался одновременно с закрытием оттока из основного резервуара.

Определение MV по способу Грольмана требует прямого экспериментального определения объема O_2 , потребляемого за единицу времени, и «артериализации» крови—объема O_2 , поглощаемого 1 л крови. Деление первой величины на вторую дает окончательный результат: MV в литрах. В условиях эксперимента на человеке первая величина определяется одним из обычных способов определения газообмена (например, по Douglas-Haldane), вторая вычисляется по убыли содержания C_2H_2 и O_2 в небольшом баллоне, соединяемом через загубник и трубки с дыхательной системой испытуемого и заполняемом перед опытом газовой смесью с C_2H_2 , O_2 и N_2 . Для достижения полного газового равновесия в системе легкие—баллон глубина вдоха должна быть такой, чтобы баллон полностью опорожнялся. На четвертом выдохе берется в газоприемник первая проба газовой смеси, на восьмом—вторая. Разность содержания C_2H_2 и O_2 между первой и второй пробами и является основой всего последующего расчета.

В наших опытах для определения потребления O_2 мы применили следующую технику.

Воздух из меха для искусственного дыхания g поступал в металлическую распределительную трубку t , соединенную с трахеальной канюлей и снабженную со стороны меха клапаном K , открывавшимся только в направлении к воздухоносным путям животного. Один из боковых патрубков, припаянных к распределительной трубке, соединялся резиновой трубкой с тонкостенным резиновым баллоном n , игравшим роль «мешка» Дугласа. Этот патрубок также снабжен клапаном l , открывавшимся по направлению к баллону. Очевидно, что в момент нагнетательного движения меха воздух поступал частью в легкие сердечно-легочного препарата, частью же непосредственно в баллон—«мешок Дугласа». В момент выдоха воздух из спадающих легких поступал в баллон. Наличие клапанов, точность работы которых тщательно контролировалась во время каждого опыта, совершенно исключало как возврат воздуха из легких обратно в мех, так и выход воздуха, попавшего в собирательный баллон, назад в систему.

Емкость баллона была подобрана таким образом, что к концу периода собирания воздуха баллон не оказывал никакого сопротивления спадению легких. Вне периодов забора воздуха искусственное дыхание производилось обычным образом с обеспечением постоянной утечки воздуха из бокового отростка m трахеальной канюли, снабженного короткой резиновой трубкой. При переходе к определению потребления O_2 по сигналу одного из участников опыта в момент пуска секундомера накладывался зажим на резиновую трубку утечки воздуха m из канюли и одновременно снимался зажим, запиравший баллон для собирания воздуха. К концу забора воздуха, длившегося в различных опытах 1 минуту или 30 секунд, в баллоне накапливалась смесь из воздуха, входившего в баллон во время спадения легких, и чистого атмосферного воздуха, поступающего частично в баллон во время нагнетательного движения меха. Так как изменение состава воздуха—поглощение O_2 и отдача CO_2 —происходило, понятно, только в легочной части системы, то изменение общего количества воздуха за счет некоторого разбавления его неизменным чистым наружным воздухом не могло отражаться на общем количестве поглощенного O_2 и выделенной CO_2 ¹.

По истечении намеченного срока забора воздуха по сигналу секундомериста вновь снимался зажим с трубки утечки, зажималась трубка собирательного баллона и искусственное дыхание переходило на обычные рельсы. Весь дальнейший анализ и расчет производились по обычному способу Douglas-Haldane.

Существенно важным условием второй процедуры в способе Грольмана—определения поглощения кислорода 1 л крови—является установление полного газового равновесия в системе легкие—баллон. В опытах на человеке полнота смешения достигается формированием дыхания до полного опорожнения в легкие всего содержимого баллона с газовой смесью при каждом вдохе. При применении искусственного дыхания в наших опытах мы заполняли предварительно газовой смесью обычного состава (7—13% C_2H_2 , 15—20% O_2 , 80—60% воздуха) небольшой резиновый баллон f (камера от футбольного мяча), укрепленный наподобие меха между двумя досками так, что, приближая одну доску к другой, можно было достигать сдвигания баллона

¹ Эти соображения заставили нас отказаться от применения громоздкой и сложной установки с электромагнитным контролем клапанов, сконструированной для определения газообмена L. Lehmann и примененной им для проверки метода определения MV по Henderson и Haggard (Arbeitsphysiologie, 1, 2, 114, 1928).

Таблица 1

№ опыта	Дата	Животное		Минутный объем в см ³						Примечания
		пол	вес в кг	Прямым способом			Найдено по Грольману	Разница		
				во время O ₂	во время C ₂ H ₂	среднее		+	—	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	15. I . . .	♂	16	112	112	112	92,7	—	17,2	По окончании опыта № 1 обнаружен дефект ткани одного легкого
2	19. I . . .	♂	5	116	116	116	107,2	—	7,7	
3/a	20. I . . .	♂	70	90	90	90	99,1	10	—	
3/b	20. I . . .	♂	10	84	84	84	77,1	—	8,2	
3/c	20. I . . .	♂	10	87	87	87	95,7	10	—	
4/a	26. I . . .	♂	17	112	112	112	106,7	—	4,7	
4/b	26. I . . .	♂	17	124	128	126	133,7	6,1	—	
4/c	26. I . . .	♂	17	120	120	120	107,5	—	10,4	
5/a	28. I . . .	♂	17	129	129	129	118	—	8,1	
5/b	28. I . . .	♂	17	128	132	130	128	—	1,4	
5/c	28. I . . .	♂	17	128	128	128	130,1	1,6	—	Венозное давление повышено до 37 см
7/a	31. I . . .	♂	14	120	108	114	128	12	—	
7/b	31. I . . .	♂	14	116	118	117	109	—	6,9	
7/c	31. I . . .	♂	14	156	156	156	142	—	8,9	
8/a	2. II . . .	♂	11	131	131	151	139	6,1	—	
8/b	2. II . . .	♂	11	92	90	91	102	12	—	
8/c	2. II . . .	♂	11	130	116	123	127	3,2	—	
8/d	2. II . . .	♂	11	126	120	123	112	—	9	
9/a	16. II . . .	♂	16	120	120	120	114	—	5	
9/b	16. II . . .	♂	16	132	132	132	123	—	6,8	
10/a	20. II . . .	♂	13	108	102	105	112,9	7,6	—	
10/b	20. II . . .	♂	18	98	101	99,5	110	10	—	
10/c	20. II . . .	♂	13	118	120	119	112	—	5,8	
10/d	20. II . . .	♂	13	118	113	115,5	120	4,6	—	
11/a	27. II . . .	♂	17	76	76	76	88,8	16,8	—	
11/b	27. II . . .	♂	17	90	84	87	87,7	0,8	—	
11/c	27. II . . .	♂	17	86	86	86	93,4	8,6	—	
12/a	28. II . . .	♂	12	96	100	98	99,8	1,8	—	
12/b	28. II . . .	♂	12	90	84	87	95,6	9,8	—	
12/c	28. II . . .	♂	12	88	90	89	94,4	6	—	
13/a	9. III . . .	♂	16	132	144	138	142	2,8	—	
13/b	9. III . . .	♂	16	138	141	139,5	131,3	—	4,4	
14/a	10. III . . .	♂	11	106	104	105	103	—	1,9	
14/c	10. III . . .	♂	11	108	106	107	118	10,2	—	
15/a	20. III . . .	♂	21	104	98	101	105,1	4	—	
15/b	20. III . . .	♂	21	110	106	108	118	9,2	—	
15/c	20. III . . .	♂	21	110	112	111	118	6,3	—	
15/d	20. III . . .	♂	21	128	128	128	133,3	4,1	—	
16/a	26. III . . .	♂	14	98	96	97	98,3	1,3	—	
16/b	26. III . . .	♂	14	104	106	105	106,1	1,0	—	
16/c	26. III . . .	♂	14	86	90	88	97,6	10,9	—	
17/a	14. VI . . .	♂	9	204	189	196,5	191,4	—	2,7	
17/b	14. VI . . .	♂	9	207	204	205,5	213	3,6	—	
17/c	14. VI . . .	♂	9	202	219	220,5	244,5	10,9	—	
17/d	14. VI . . .	♂	9	204	219	211,5	245,6	16,1	—	
17/e	14. VI . . .	♂	9	196	188	192	199,2	3,7	—	
18/a	16. VI . . .	♂	17	198	198	198	209,2	5,6	—	
18/b	16. VI . . .	♂	17	197	197	197	208,2	5,6	—	
18/c	16. VI . . .	♂	17	198	192	195	224,5	15,1	—	
18/d	16. VI . . .	♂	17	192	195	193,5	220,7	14	—	
18/e	16. VI . . .	♂	17	192	186	189	209	10,5	—	
19/a	20. VI . . .	♂	5	256	256	256	271,1	5,8	—	
19/c	20. VI . . .	♂	5	248	256	252	283,2	12,1	—	
19/d	20. VI . . .	♂	5	232	228	230	260,0	10,3	—	
19/e	20. VI . . .	♂	5	216	228	222	250,9	13	—	

до полного его опорожнения. Баллон присоединялся перед опытом к основной распределительной трубке через добавочный боковой патрубок *i*. При помощи зажима *f*₁, наложенного на выводную трубку, баллон до нужного момента изолировался от системы. Для определения артериализации крови искусственное дыхание выключалось; трубка к меху искусственного дыхания, трубка утечки (из канюли) и трубка, идущая к «мешку Дугласа», запирались зажимами. Трубка баллона со смесью C_2H_2 , O_2 и воздуха отпиралась снятием зажима, и один из участников опыта начинал производить ритмическое сдавливание баллона, каждый раз полностью опорожняя его в легкие. Вследствие того что эта часть системы не имела никаких клапанов, газовая смесь, входя в легкие во время сдавливания баллона, полностью возвращалась в него при разведении досок. Во время четвертого и восьмого выдохов второй участник опыта брал обычным образом в наполненные ртутью газоприемники *d* пробы газовой смеси, подвергавшиеся в последующем анализу на содержание CO_2 , C_2H_2 и O_2 . Во время каждого опыта одновременно с забором проб для определения поглощения кислорода и для определения артериализации крови производились прямые измерения при помощи волюметра. Для последующего сравнения с вычисленным по способу Грольмана MV бралось среднее из обоих прямых измерений.

Таблица 2

№ по пор.	Минутный объем во время забора пробы выдыхаемого воздуха в см ³	Минутный объем во время вдыхания смеси воздуха, O_2 и C_2H_2 в см ³	Разница в %, принятая за 100% минутный объем во время забора пробы выдыхаемого воздуха	Примечание
1	144	162	+ 12,5	Разница в среднем по всем 26 опытам составляет 0,72%
2	149	126	— 15,5	
3	135	132	— 2,3	
4	113	103	— 4,5	
5	104	106	+ 1,8	
6	120	128	+ 6,6	
7	90	94	+ 4,4	
8	88	76	— 13,7	
9	99	88	0,0	
10	140	126	— 10,0	
11	120	122	+ 1,6	
12	112	98	— 12,5	
13	114	112	— 1,7	
14	110	110	0,0	
15	102	108	+ 5,8	
16	116	120	+ 3,4	
17	124	134	+ 8,0	
18	124	158	+ 27,4	
19	116	110	— 5,1	
20	114	118	+ 3,5	
21	116	122	+ 5,1	
22	92	92	0,0	
23	90	90	0,0	
24	90	90	0,0	
25	90	90	0,0	
26	94	96	+ 2,1	

Результаты опытов

Всего нами выполнено 55 одновременных прямых и газовых измерений минутного объема на 18 животных. Результаты опытов сведены в табл. 1.

Основные данные экспериментов помещены в таблице следующим образом:

5-й столбец — результат прямого измерения MV во время определения поглощения кислорода;

6-й — то же тотчас же после введения ацетиленовой смеси;

7-й — среднее из обоих прямых измерений;

8-й — MV, найденный по способу Грольмана;

9-й и 10-й — разница найденного по Грольману MV по сравнению с найденным прямым измерением в % + (9 столбец) или — (10 столбец).

Как видно из таблицы, в 39 случаях цифры MV, найденные по методу Грольмана, больше найденных при прямом измерении и в 16 случаях меньше последних. Абсолютное среднее отклонение из всех 55 опытов равняется $+3,56\%$. Следует отметить, что в 15 случаях отклонения доходят до цифр, больших 10% (опыты № 1, 4с, 7а, 8b, 11а, 14с, 16с, 17с, 17d, 18с, 18d, 18е, 19с, 19d, 19е).

В опытах, в которых величина MV нарочито изменялась при помощи повышения или понижения венозного давления, результаты прямого и газового определений изменялись вполне параллельно и результат газового определения давал довольно верное представление о знаке и величине происшедшего сдвига.

Приведенные результаты, казалось бы, говорят довольно убедительно в пользу достаточной точности метода Грольмана. Перед окончательной оценкой результатов необходимо, однако, принять во внимание некоторые существенные особенности наших экспериментов.

Прежде всего в условиях наших опытов мы должны в случае достаточной точности газового определения MV уже а priori ожидать известного расхождения результатов прямых и газовых измерений MV, так как совершенно понятно, что прямое измерение MV в большом круге не дает возможности учесть количество крови, протекающей через коронарные артерии, вследствие чего цифры, полученные по методу Грольмана, должны быть на соответствующую величину больше результатов прямых измерений. Принимая во внимание, что в условиях сердечно-легочного препарата количество протекающей через коронарную сеть крови широко меняется в зависимости от режима работы сердца и величины артериального сопротивления (Starling and Evans и др.), мы лишены возможности судить о величине поправки, которую следует ввести к результатам наших прямых измерений для получения истинного MV большого круга, но имеем все основания полагать, что эта поправка должна быть больше найденной нами средней величины превышения цифр, полученных по методу Грольмана, по сравнению с результатами прямого измерения ($+3,56\%$).

Далее, наша техника введения ацетиленовой смеси в легкие сердечно-легочного препарата создавала условия, отличающиеся в известной степени от условий обычного искусственного дыхания, причем обстоятельства опыта не позволяли нам производить прямое измерение MV строго одновременно с забором ацетиленовых проб. Вследствие этого мы произвели ряд контрольных опытов с прямым измерением MV как во время определения потребления кислорода, так и во время введения ацетиленовой смеси в тех же условиях, что и в обычных опытах, но без забора проб. Из результатов этих опытов, представленных в табл. 2, видно, что хотя в общем изменения, вносимые введением ацетиленовой смеси, и были незначительны (среднее из всех опытов — повышение MV на $0,72\%$), но в отдельных экспериментах они достигали величины, превышающей $+10\%$.

Указанные обстоятельства заставляют нас при оценке наших результатов учесть то, что точность газового измерения MV в условиях наших опытов в общем должна быть, повидимому, меньше, чем при обычном применении метода Грольмана для определения MV человека. Если поэтому даже в наших опытах мы получали цифры, вполне сравнимые с результатами прямых измерений MV, то это дает нам основание считать способ Грольмана в применении к человеку дающим в общем правильное, хотя, по всей вероятности,

и несколько преуменьшенное представление об истинной величине минутного объема кровообращения¹.

З а к л ю ч е н и е

В опытах с сердечно-легочным препаратом авторы производили одновременно прямое измерение MV кровообращения при помощи волюметра, соединенного с венозным резервуаром сердечно-легочного препарата, и определение MV по способу Грольмана. В результате 55 основных опытов и ряда контролей авторы приходят к выводу о достаточной для физиологических и клинических целей точности метода Грольмана в применении его к человеческому организму.

VÉRIFICATION DE LA PRÉCISION DE LA DÉTERMINATION DU VOLUME-MINUTE DE LA CIRCULATION SANGUINE D'APRÈS LA MÉTHODE DE GROLLMANN

V. V. Parine, A. P. Polossoukhine, V. N. Tchernigovsky

Chaire de physiologie (Chef: Prof. V. V. Parine) de l'Institut de Médecine à Sverdlovsk

Dans des expériences sur la préparation cardio-pulmonaire des déterminations simultanées du volume-minute de circulation (VM) furent faites par la méthode directe à l'aide d'un volumètre réuni au réservoir veineux de la préparation cardio-pulmonaire et par la méthode de Grollmann.

55 expériences complètes et une série de contrôles permettent aux auteurs de juger la précision de la méthode de Grolmann suffisante pour justifier son application à l'organisme humain dans des buts physiologiques et cliniques.

¹ Уже после окончания нашей работы мы нашли в очередном номере *Berichte über d. ges. Physiologie* (Bd. 93, H. 1—2, 1936, 354—358) реферат работы Maltby и Williams, авторы которой подвергли метод Грольмана проверке в экспериментах на собаках, определяя MV одновременно по принципу Фика (газовый анализ артериальной и смешанной венозной крови, полученной пункцией правого сердца). По их данным, цифры по Грольману от 32 до 50% ниже цифр, найденных по принципу Фика. Не имея возможности ознакомиться с работой в оригинале, мы считаем все же, что в опытах Maltby и Williams имеется ряд факторов, в значительной степени искажающих обычные для способа Грольмана условия и отражающихся на точности конечных результатов (искусственное дыхание на неанаркотизированном животном, влияние боли при пункции сердца).

ОПТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ СЕРДЕЧНЫХ
КЛАПАНОВ НА ПРЕПАРАТЕ GAD*И. А. Ветохин*

Из Института экспериментальной физиологии Академии наук БССР (дир. — проф. И. А. Ветохин)

Поступила в редакцию 10.III.1937 г.

Клапанный аппарат сердца обуславливает движение крови по кругу кровообращения в одном определенном на всю жизнь направлении. Нарушения в клапанах сердца влекут за собой иногда тяжкие для жизни организма последствия. Вот почему в работе клапанов сердца, в особенности к звуковому феномену, было издавна привлечено внимание исследователей.

Если мы возьмем сложное 4-камерное сердце млекопитающего и обратим внимание сначала на одну систему его клапанов, а именно на полулунные клапаны аорты, то увидим, что по поводу их работы авторами высказывались разнообразные взгляды. Однако, по мнению Fr. Moritz (1), ближе всех к истинным отношениям в работе этих клапанов подошел в 1872 г. Ceradini. Этот автор показал, что клапаны во время полного покоя сердца всегда широко открыты. Как только сердце начинает работать и подавать кровь в аорту, полулунные клапаны не только расходятся еще шире, но, по Ceradini, первоначальное положение покоя в виде широко открытых клапанов нарушается в смысле сужения отверстия между клапанами, причем, чем сильнее происходит подача сердцем крови в аорту, тем уже становится во время систолы клапанное отверстие. Механизм этого явления разъяснялся разными авторами. Luciani (2) указал, что быстрое движение крови в желудочек (или из желудочка) производит вихревые движения жидкости, способствующие замыканию клапанов. Эти своеобразные водовороты особенно сильны у корня аорты. Вот почему клапаны быстро замыкаются, как только наступает диастола сердца. Но тогда возникает вопрос, почему же получается громкий, отчетливый звук при захлопывании аортальных клапанов, если их замыкание происходит без всякого размаха, когда клапаны, вследствие вихревых движений жидкости, уже сильно сближены между собой и близки к полному смыканию уже во время самого быстрого тока жидкости? Между тем не подлежит сомнению, что именно захлопывание или смыкание полулунных клапанов производит сильный и отчетливо слышный второй тон. Разъяснить этот вопрос и имеет целью настоящая работа.

В прошлом предпринимались французским физиологом Chauveau (3) попытки регистрировать движение клапанов аорты при посредстве электромагнитной передачи. Этот автор продвигал контакты в сокращающееся сердце лошади, контакты замыкались при смыкании клапанов аорты и снова размыкались при их раскрытии, и это отмечалось электромагнитным метчиком. Нетрудно видеть, что при этом способе регистрации мы не получим никакого представления о быстрой или скорости открывания или закрывания клапанов и об их трепетании. В опытах Chauveau мы имеем лишь в лучшем случае моменты раскрытия и

захлопывания клапанов. Между тем опыты Ceradini уже поставили вопрос о величине раскрывания и о быстроте или скорости закрывания в связи с производимым этими клапанами вторым тоном.

Для правильного решения вопроса нужно бы было записать движение полулунных клапанов оптическим путем на живом сокращающемся сердце, и мне представляется, что не так далеко время, когда мы будем в состоянии при помощи фотоэлементов с применением рентгеновских лучей и радиотехники записать движение той или иной системы клапанов у живого человека. Но и регистрация движущихся клапанов на неживом сердце в опыте Gad дает уже многое для поставленного вопроса. Опыт Gad делается во всех физиологических лабораториях с демонстрационными целями. Можно сказать, это наиболее наглядный опыт из всех физиологических опытов, и тем не менее он не получил своего дальнейшего развития ни в руках самого автора, ни у других авторов и остался как демонстрационный опыт. Наблюдаемая в этом опыте игра клапанов напоминает игру клапанов в живом сердце, но все же от нее отличается. Так, например, даже на-глаз хорошо заметно, что замыкание клапанов аорты происходит явно медленнее, чем их открывание: в то время как открывание происходит быстро, внезапно, закрывание — более или менее постепенно, во всяком случае не с такой быстротой. В отношении быстроты открывания и закрывания клапанов в физиологии существует убеждение, что открываются клапаны постепенно, а закрываются быстро, резко, внезапно. Так, Н. Straub (4) в своей статье «Die Dynamik des Herzens» утверждает, что открывание карманных клапанов происходит не внезапно, не вдруг, но клапаны, вследствие возрастающего давления в желудочке, становятся ослабленными и, «наконец, достаточно нежно отходят друг от друга» (стр. 248). Результаты моих наблюдений в опыте Gad противоположны. Можно было бы думать, что все дело здесь в том, что Н. Straub говорит о сердечных, клапанах живого сердца, а у меня лишь мертвый препарат. Тогда я взял живое сокращающееся сердце рыбы и при помощи особой аортальной канюли в условиях предложенного мной опыта, который будет описан особо, проследил скорость открывания и закрывания аортальных клапанов и убедился в том, что мои наблюдения в опыте Gad правильны. На живом самопроизвольно сокращающемся сердце я наблюдал те же отношения в характере и длительности открывания и закрывания аортальных клапанов: открывание происходит быстро, настолько внезапно, что я обычно запаздывал с отметкой открывания, а закрывание — явно медленней. Этот феномен соответствует и звуковым явлениям: в опыте Gad обычно никогда не удастся прослушать характерного второго тона, так как сравнительно медленно смыкающиеся клапаны его дать не могут; вот почему в описаниях этого опыта нет данных выслушивания тонов сердца: этого сделать не удастся по понятным теперь причинам.

Однако причины неудач с выслушиванием второго тона и причины медленного захлопывания полулунных клапанов были бы ясны, если бы игру клапанов удалось зарегистрировать. В дальнейшем я это и сделал при помощи оптического приема, описанного ниже. Кроме того, так как мы в опыте Gad имеем дело обычно с трубками, имеющими твердые стенки, то это обстоятельство может явиться причиной медленного закрывания клапанов. Необходимо было для получения звукового феномена 2-го тона ввести в опыт Gad такое видоизменение его, которое имитировало бы эластичность аорты.

МЕТОДИКА ОПЫТОВ

Венозная часть опыта Gad оставалась и в моих опытах в принципе неизменной. Изменения касаются высокой артериальной трубки, в которой во время опыта должно быть большое давление. Артериальная трубка вначале состояла вся из стеклянной трубки за исключением соединительных трубок, а затем в нижней своей части в моих опытах имела эластический участок, сделанный из обыкновенной велосипедной шины длиной от 15 до 20 см. Введение такой эластической трубки, подходящей по своим эластическим свойствам к аорте, сразу изменило дело в том отношении, что при тех искусственных систолах, которые мы производим в опыте Gad, быстро происходило в определенный момент захлопывание клапанов и звук от этого захлопывания и от работы эластического участка трубки становился явственно слышен при помощи стетоскопа или фонэндоскопа. Весь опыт Gad располагается так, как схематически показано на рис. 1. Венозная часть, соединяющаяся с предсердием, находилась обычно под давлением 30 см; под таким давлением вода втекала в сердце. Артериальная трубка имела высоту 130 см. Таким образом, разность между артериальным и венозным давлением равна 100 см водяного столба. Диаметр всех трубок как стеклянных, так и металлических отводов от металлических канюль с окнами был не менее 1 см.

При надавливании на каучуковый баллон закрываются атриовентрикулярные и открываются полулунные клапаны, а увеличивающееся давление воды растягивает каучуковую трубку, имитирующую аорту. Эта трубка несколько раздается, расширяется под влиянием систолического давления. На рис. 1 этот момент отмечен пунктирной линией у трубки и у баллона.

В тот момент, когда прекращается давление на баллон и он снова начинает принимать свою естественную величину, быстро, резко захлопываются полулунные клапаны. Захлопывание их происходит под влиянием давления, которое в системе аорты обусловлено прежде всего эластическим натяжением стенок аорты, их постоянной готовностью к спадению. При быстром захлопывании клапанов на эластической трубке хорошо прослушивается звук, соответствующий 2-му тону нормального сердца в организме. Место выслушивания показано на эластической трубке на рис. 1 небольшим кружком.

Для того чтобы записать игру клапанов оптическим путем, требуется следующее. Внутренность большого (коровьего или бычьего) сердца освещается сильной 6-вольтовой (автомобильной) лампочкой, которая располагается на 4—6 см позади клапанов. Если

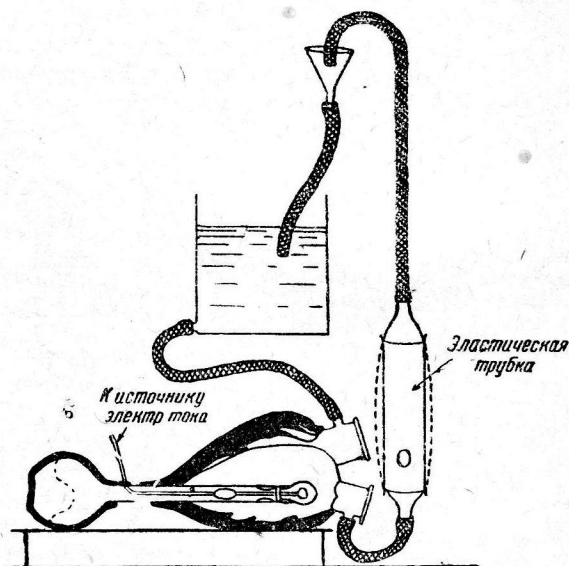


Рис. 1

клапаны закрыты, то света лампочки не видно, во всяком случае просвечивающие клапаны не дают столько света, чтобы он действовал на фотографическую бумагу или пленку при движении кимографа. Металлическая канюля около 5 см длины вставлена в аорту так, что у начала ее находятся полулунные клапаны. К самому окну канюли приставляется сильная двояковыпуклая линза (от очковых стекол) в 12—13 D, а на расстоянии 55—60 см — вторая линза в 3 D, дающая действительное изображение полулунных клапанов на экране, который находится на таком же примерно расстоянии от второй линзы, как эта последняя от первой. Первая линза дает ясное изображение клапанов, которые начинают свою обычную игру во время опыта на фоне ярко освещенного отверстия аорты. Расположение линз указано на рис. 2. В плоскости А находится источник света, а в плоскости В — полулунные клапаны. Расстояние между этими плоскостями в среднем равно 5 см. Позади щели шириной в 3—5 мм располагается сильная цилиндрическая линза, собирающая свет в яркий пучок, действующий на фотографическую бумагу, если свет не закрыт клапанами. В моих опытах бралась цилиндрическая

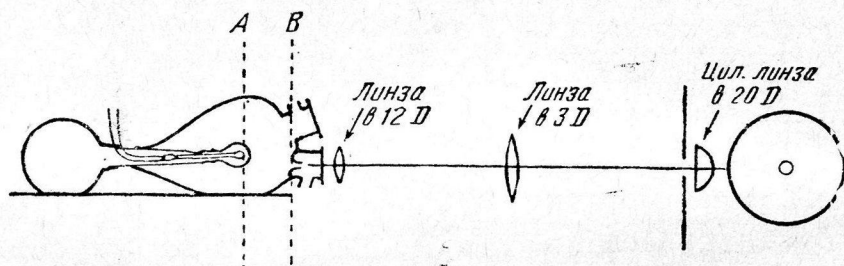


Рис. 2

линза в 20 D. В фокусе получающегося от этой линзы изображения находится фотографическая бумага на обычном циммермановском кимографе, заключенном в темную камеру, снабженную вертикальной щелью и цилиндрической линзой. Скорость кимографа — около 2 см в 1 секунду. Искусственные систолы следовали по метроному точно через каждые 2 секунды. Этот ритм примерно имитирует частоту сердечных сокращений у крупного рогатого скота [I. Rühl (5)]. При искусственных систолах баллон вдавливается; его размеры после деформации во время систолы отмечены на рис. 1 пунктиром. При этом нужно, чтобы освещающая клапаны лампочка была хорошо фиксирована. Так как края полулунных клапанов имеют весьма резкие границы, то легко на фотобумагу через указанные линзы провести то место краев соседних клапанов, где их граница идет почти горизонтально или под малым углом к горизонтальной линии. Сомкнутые клапаны не пропускают света, и фотобумага никаких кривых в этом состоянии не запишет. Но как только клапаны приходят в движение во время искусственной систолы, как сейчас же клапаны расходятся и сквозь образующееся отверстие проникает свет в виде сильно освещенного поля. Этот свет, проникающий между краями клапанов, дает нам кривую, которая и будет характерна для движений краев открывающихся и закрывающихся клапанов. Всего мной проведено более 40 опытов Gad с удачной фоторегистрацией движений клапанов, и я имею самую разнообразную по форме игру клапанов, представленную в виде фотограмм от клапанов, которые можно кратко обозначить как вальвулофотограммы.

А. Получение вальвулофотограмм в опытах Gad со стеклянной артериальной трубкой

На рис. 3 мы имеем такую вальвулофотограмму, на которой хорошо видна игра верхнего клапана; нижняя противоположная часть клапана не поместилась в поле зрения. Первоначально идет опыт с высокой стеклянной артериальной трубкой 1,2 см в диаметре. Край клапана при каждой искусственной систоле находится в состоянии некоторого трепетания во время переливания жидкости полости сердца в систему аорты. Трудно учесть закономерность этого трепетания. Количество зубцов на такого рода кривых крайне непостоянно. Иногда резких зубцов и совсем почти не видно, но закономерность в отношении скорости открывания и закрывания клапанов бросается в глаза. При пересчете времени открывания и закрывания клапанов в указанных условиях, т. е. когда артериальная система представляла собой трубку с неподатливыми стенками, всегда получалось, что открывание происходит быстро, а закрывание медленно. На нашей кривой рис. 3 в сердечном периоде, равном 2 секундам, открывание клапана длится 0,13, а закрывание — 0,35 секунды, т. е. почти в 3 раза дольше, чем открывание. При таком медленном закрывании клапана никакого звука от этого захлопывания не слышно. Конечно, столь медленное захлопывание клапанов, не являясь исключением, в то же время не является и общим правилом. В других опытах это захлопывание происходит скорее, но всегда в указанных условиях открывание по своей скорости превосходит закрывание.

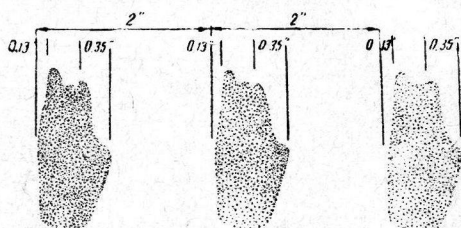


Рис. 3. Вальвулофотограмма в опыте Gad с твердой артериальной трубкой

Б. Сравнение скоростей захлопывания клапанов в опытах со стеклянной и эластической артериальной трубкой

Если на одном и том же сердце получить вальвулофотограмму с одинаковым ритмом сначала с трубкой сплошь стеклянной, а затем с такой трубкой, как это показано на нашем рис. 1, т. е. с вставленным участком эластической трубки, то мы получим наглядное представление об отличии в скорости захлопывания клапанов в обоих случаях на одном и том же сердце. На рис. 4 мы имеем вальвулофотограмму в опыте Gad со стеклянной артериальной трубкой.

Захлопывание клапанов по своей деятельности происходит в 3 раза дольше, чем их открывание, т. е. отношения в длительности этих моментов сохранились, несмотря на то, что абсолютные величины их иные, чем на кривой рис. 3. Если сопоставим с этой кривой (на рис. 4) рядом стоящую кривую рис. 5, полученную на том же сердце, только в другом опыте, в котором сплошная стеклянная трубка заменена трубкой с эластическим участком, то увидим, что закрывание клапанов в этом случае по своей быстроте уже подходит к быстроте открывания, т. е. захлопывание клапанов происходит столь же быстро, как и их открывание. Длительность захлопывания клапанов в этом случае (рис. 5) равна 0,1 секунды. Вот теперь становится явственно слышен характерный звук от захлопывания клапанов. Этот звук можно выслушать как на эластической части труб-

ки, так и у корня аорты. На трубке он даже слышен лучше, чем у корня аорты. Так как наша эластическая трубка имитирует эластические стенки аорты, то можно заключить, что в производстве звука от захлопывания аортальных клапанов активно участвует аорта. Быстрота захлопывания клапанов зависит от аорты, от ее готовности сократиться в момент прекращения выбрасывания сердцем крови.

Если звук от захлопывания клапанов, так называемый 2-й тон сердца, зависит от быстроты захлопывания клапанов, то почему же

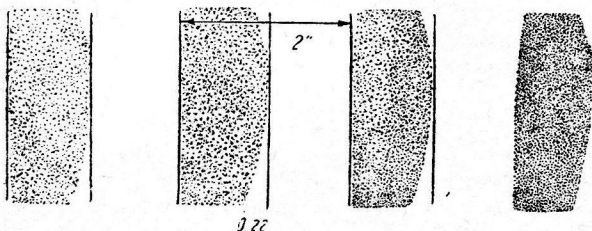


Рис. 4. Вальвулофотограмма получена в тех же условиях, что и на рис. 3

не слышно тона или звука при открывании этих клапанов, принимая во внимание, что открывание происходит в естественных условиях по крайней мере с такой же быстротой, как и закрытие. Звук при открывании клапанов имел бы место в том случае, если бы клапаны при своем быстром открывании уда-

рялись бы о какой-нибудь предмет, например, о стенку аорты; но так как клапаны ни в один момент сердечной деятельности стенок аорты не касаются, как теперь большинство авторов считает в противоположность мнению Brücke (6), то при открывании клапанов, как бы оно внезапно ни было, звука быть не должно. Совсем другие условия имеются во время быстрого смыкания клапанов. В этом случае края клапанов ударяются друг о друга и этот удар производит характерный звук, усиленный аортой и, далее, воздушной массой легких.

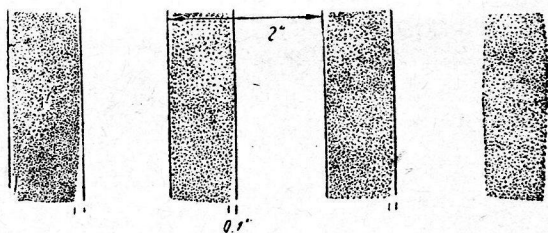


Рис. 5. Вальвулофотограмма с эластической артериальной трубкой

В. Положение клапанов в сердце при отсутствии движения жидкости и во время ее движения

При отсутствии движения жидкости в сердце и при полном равенстве давления в венозной и артериальной частях сердца, когда венозная и артериальная системы соединяются между собой по принципу гидростатического равновесия в сообщающихся сосудах, клапаны сердца находятся в открытом положении; это обусловлено эластическими свойствами самих клапанов. По Ceradini (7), наибольшее открытие клапанов наступает, когда жидкость находится в сердце именно в состоянии гидростатического равновесия. Но как только возникает течение жидкости, аортальные клапаны несколько суживают широко открытое отверстие аорты. При очень сильном токе жидкости края клапанов близки к смыканию. Объясняется это вихревыми движениями жидкости в устье аорты. Указанное представление о положении аортальных клапанов удержалось до наших дней, и для нас оно имеет специальный интерес, так как его легко проверить, записавши вальвулофотограмму на препарате Gad по описанному здесь способу.

Если оставить в покое сердце с закрытыми клапанами, то можно наблюдать, как жидкость в аортальной трубке понижается до тех пор, пока давление в венозной и артериальной системах не выровняется. В этот момент клапаны аорты самопроизвольно раскрываются под влиянием присущей им эластичности. На рис. 6 записан этот момент раскрытия клапанов, предоставленных своей собственной эластической силе. Оказывается, что это раскрывание при отсутствии какого-либо одностороннего давления жидкости происходит довольно быстро. На рис. 6 записан нижний край клапана. Можно высчитать скорость этого открывания. Так как кимограф имел скорость 20 мм в 1 секунду и так как основания вверх до максимального спонтанного открытия клапана внизу 3 мм, то скорость спонтанного открывания полулунных клапанов составляет $\frac{1}{6}$ или 0,17 секунды. Это число, выражающее скорость спонтанного открывания клапанов, характеризует быстроту открывания при отсутствии одностороннего давления. Изменение давления, способствующее открыванию, конечно, ускоряет и без того довольно большую скорость его, вскоре доводя ее до 0,1 секунды и меньше.

Спонтанное открытие клапанов

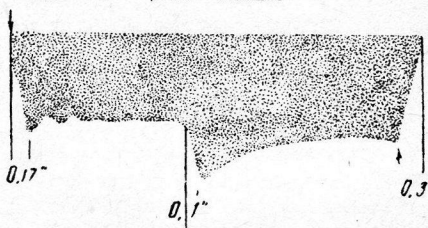


Рис. 6

На кривой вначале виден волнообразный нижний край с затухающей волной — это есть следствие ничтожных колебаний жидкости при выравнивании уровней. Далее видно резкое отклонение уступом вниз: это экспериментатор произвел сильное давление на баллон, клапаны тогда максимально открылись. Оказалось, что при движении жидкости из сердца по направлению в аорту всегда происходит не сближение клапанов аорты, как думал Ceradini и как теперь полагает Moritz, а их расширение. Правда, на нижнем крае кривой отмечается и некоторое сужение, но величина клапанного отверстия остается все же больше отверстия, образовавшегося при спонтанном открытии клапанов. В конце этой оптической кривой происходит захлопывание клапанов. Так как аортальная трубка была в этом опыте стеклянной, то это захлопывание длилось больше в 2 раза, чем даже спонтанное открытие клапанов. Таким образом, надо притти к представлению, что, несмотря на существование вихревых движений жидкости у корня аорты, клапаны аорты в момент систолы сердца и возрастающего в нем давления открываются значительно шире того, что было при спонтанном открытии, но при таком открывании они, конечно, стенок аорты не касаются.

Здесь необходимо упомянуть, что мне удалось записать оптически одновременно работу полулунных и атриовентрикулярных клапанов. О выявленных при этом закономерностях будет сообщено в специальной работе.

Заключение

1. Установка опыта Gad, как она изображена на рис. 1 и 2, позволяет получить оптическую кривую движения клапанов аорты при их открывании и закрывании. Эти кривые мы назвали вальвулофотодграммами.

2. В опытах Gad со стеклянной трубкой, имитирующей аорту, открывание клапанов происходит быстро, внезапно и продолжается при ритме 30 в 1 секунду около 0,1 секунды, а закрывание клапа-

нов происходит сравнительно медленно и поэтому не слышно звука закрывающихся клапанов (рис. 3 и 4).

3. При замене твердой трубки эластической получается быстрота захлопывания клапанов такая же, как и скорость открывания (рис. 5), и тогда в опыте Gad становится слышен звук захлопывающихся клапанов.

4. Так как этот характерный звук значительно лучше слышен на эластической трубке, имитирующей аорту, то необходимо признать особую роль аорты в образовании 2-го тона сердца.

5. Ceradini прав в том отношении, что покойное сердце имеет открытые клапаны, но другие его данные в наших опытах не подтверждаются. Мы нашли, что ток жидкости из сердца в аорту прежде всего расширяет клапанное отверстие полулунных клапанов (рис. 6). Звук от захлопывающихся клапанов есть функция скорости захлопывания и величины размаха захлопывающихся клапанов.

Сообщение о получении вальвулофотограмм совместно от системы атриовентрикулярных и полулунных клапанов последует особо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Moritz Fr., Handbuch der normal. u. pathol. Physiol., 7, 1, 192—199, 1926.—
2. Luciani, Physiologie d. Menschen, I, 148, 1905.—3. Chauveau, цит. по Jahresber. Fortschritte Physiol., III, 1894.—4. Straub H., Handb. d. normal. u. pathol., Physiol., 7, I, 246—248, 1926.—5. Rühl I., там же, стр. 456.—6. Brücke E., Der Verschluss der Kranzschlagader an d. Aortenklappen, Wien, 1855.—7. Ceradini, Der Mechanismus der halbmondförmigen Klappen, Leipzig, 1872.

OPTICAL RECORDING OF THE MOVEMENTS OF THE VALVES IN GAD'S HEART PREPARATION

I. A. Vetokhin

*Institute of Experimental Physiology of
the Academy of Sciences of the White
Russian S. S. R. (Dir.—Prof. I. A. Ve-
tokhin).*

1. By means of the apparatus for Gad's experiment, arranged as shown in figs. 1 and 2. optical tracings of the movements of the aortal valves during the artificial systoles of this experiment can be obtained. The curves thus obtained are termed valve-photograms.

2. In Gad's experiments with aortal tube made of glass the valves are opened rapidly and abruptly within 0.1" «at a rhythm of 30 per 1'», while the closing of the valves proceeds at a relatively slow rate and without any audible sound (cf. figs. 3 and 4).

3. If the rigid tube is replaced by an elastic one (a 15—20 cm piece of rubber tubing prepared from a bicycle tyre; fig. 1), the valves are closed at a rate that equals the opening rate (fig. 5), and the sound of the shutting valves is distinctly audible.

4. Considering that this characteristic sound is better heard with the elastic tube imitating the aorta, it must be concluded that the aorta plays a special part in the origination of the 2nd tone of the heart.

5. Ceradini is right in assuming that the valves are open in the heart at rest, but the author's experiments lend no support to his affirmation that the flow of liquid brings about a narrowing of the valvular opening. The author finds that the rapid flow of liquid from the heart to the aorta widens the aperture of the semilunar valves. The shutting sound of the valves (2nd tone of the heart) is a function of the rate of shutting and of the amplitude of the shutting valves.

Studies on the simultaneous recording of valve-photograms of the atrio-ventricular and semilunar valve systems will be reported in another communication.

РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ РАБОТЕ И ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ КОРОТКИХ ПЕРЕРЫВОВ

И. Н. Попов и Г. Г. Саруханов

Из центральной научно-исследовательской лаборатории гигиены труда на железнодорожном транспорте (руковод. отдела физиологии—доц. В. И. Башмаков)

Поступила в редакцию 14.1.1937 г.

Вопрос об изменениях функции сердечно-сосудистой системы после работы освещен в литературе достаточно полно, данных же об изменениях этой системы во время самой работы все еще очень мало. Объясняется это, повидимому, тем, что для точного исследования функциональной деятельности сердца и сосудов во время работы встречается целый ряд серьезных затруднений чисто методического характера.

В нашу задачу входило проследить за реакцией сердечно-сосудистой системы во время длительной работы. Работа производилась на эргометрическом велосипеде при нагрузке в 5 кг и 60 оборотах в минуту (работа 510 кгм в минуту).

На место пульсации а. subitalis накладывался при помощи особой манжетки фонэндоскоп; каучуковые трубки от фонэндоскопа и манжеты Реклингауэна проводились через отверстие в стене в соседнюю комнату, где аускультативно определялись пульс и кровяное давление (до, во время и после работы). При описанном способе отчетливо слышны тоны пульсовой волны. Изоляция экспериментатора в отдельной комнате и фиксация испытуемым левой руки при накачивании воздуха в манжетку на подвижном столике совершенно устраняли побочные шумы и позволяли определять частоту пульса и величины кровяного давления (Мх, Мп) во время самой работы в условиях, мало отличающихся от условий покоя.

Измерение кровяного давления производилось с помощью аппарата Рива-Роччи методом Короткова; для счета пульса мы вначале пытались применить метод Christensen, т. е. счет пульсаций на сонной артерии, но оказалось, что при работе, когда имеются сотрясения и мышечные движения, метод этот не исключает невольных ошибок, поэтому мы перешли на аускультативный метод: после определения обычным путем кровяного давления мы снова накачивали воздух в манжетку до отчетливой слышимости тонов и таким путем определяли частоту пульса (счет на 15 секунд).

Порядок проведения эксперимента был следующий. Испытуемый после завтрака (чай, белый хлеб) являлся к 8 час. 30 мин. утра в лабораторию, укладывался на койку и лежал 45 минут, после чего у него определялись пульс, дыхание, кровяное давление и брались пробы выдыхаемого воздуха; затем он садился на эргометрический велосипед, через 5 минут покойного сиденья исследования возобновлялись; по сигналу испытуемый начинал работать (темп отбивался по метроному, электросчетчик регистрировал число оборотов колеса велосипеда).

Исследования производились на 1-й, 2-й, 3-й, 5-й минутах и затем через каждые 5 минут. Через 45—50 минут работы испытуемый получал 10-минутный отдых. Продолжительность работы колебалась от 1 до 4 часов в день. Все испытуемые были подвергнуты подробному предварительному клиническому обследованию.

Испытуемые: 1. К-в, 29 лет, рост 166,5 см, вес 67,5 кг, чернорабочий; во время испытания — курсант тракторных курсов.

Status: повышенная нервная возбудимость; мало тренирован на велосипедную езду, алкоголь — 4—5 раз в месяц по 200 см³ водки.

Испытуемый сначала тренировался на эргометрическом велосипеде, затем исследования производились в течение 10 дней (26 часов работы).

2. С-ч, 22 лет, рост 163,7 см, вес 59,8 кг, студент втуза.

Status: отклонений в состоянии здоровья не найдено; хорошо тренирован на велосипедную езду; употребление алкоголя отрицает.

Исследования производились в течение 6 дней (12 часов работы).

3. Д-к, 19 лет, рост 170,5 см, вес 64,5 кг; инструктор стрелкового кружка.

Status: отклонений в состоянии здоровья не найдено; хорошо тренирован на велосипедную езду; употребление алкоголя отрицает.

Исследования производились в течение 10 дней (36 часов работы).

4. П-в, 23 лет, рост 160,5 см, вес 59,4 кг, слесарь.

Status: pleuritis chronica adhaesiva; мало тренирован на велосипедную езду; алкоголь — 2—3 раза в месяц по 200 см³ водки.

Исследования производились в течение 5 дней (15 часов работы).

5. С-м, 20 лет, рост 162 см, вес 61,2 кг, слесарь.

Status: отклонений в состоянии здоровья не найдено; мало тренирован на велосипедную езду; алкоголь — 2—3 раза в месяц по 200 см³ водки.

Исследования производились в течение 5 дней (15 часов работы).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Реакция пульса

Частоту пульса мы определяли, как указано выше, аускультативным методом: первые полминуты — с 15-й до 30-й секунды; вторые полминуты — с 45-й до 60-й секунды; на 2-й, 3-й, 5-й, 10-й и т. д. минутах — с 45-й до 60-й секунды.

Вначале мы проверяли себя методом пальпации, затем аппаратом Ускова, но вскоре убедились в надежности, удобствах и преимуществах аускультативного метода (при условии выслушивания из соседней комнаты).

Полученные данные относительно пульса и кровяного давления на 1-м часу работы приведены в табл. 1.

Наибольшее учащение пульса происходило на 1-й минуте: в первые полминуты пульс учащался на 24—60%, во второй — еще на 10—14%, т. е. к концу 1-й минуты пульс учащался на 37—74%; начиная со 2-й минуты учащение нарастало в значительно меньшей мере, не превышая 10% по сравнению с предыдущей минутой и давая в отдельных случаях небольшие учащения и замедления.

Все наши испытуемые, для того чтобы иметь возможность работать 3—4 часа в день на эргометрическом велосипеде, должны были тренироваться; они начинали с 0,5—1 часа работы в день и постепенно доходили до 3—4 часов; тренировка легче давалась тем, кто был раньше тренирован на велосипедную езду.

Тренировочный период резко сказывался на пульсе: вначале частота пульса была значительно выше, чем в конце. Так, испытуемый Л-к имел в начале тренировки учащение пульса до 94%, а после тренировки — до 72% (конец 1-го часа работы).

Со стороны кровяного давления в начале тренировочного периода имела также более резкая реакция.

Наблюдение за пульсом на протяжении 3—4 часов работы показало, что учащение пульса в большинстве случаев постепенно нарастало, т. е. в каждый последующий час пульс достигал в соответственный момент более высоких цифр, чем в предыдущий. Во время самой работы наблюдались колебания пульса, но они были сравнительно невелики и, повидимому, связаны с неравномерностью темпа.

Приводим (табл. 2) характерные кривые пульса и кровяного давления, полученные нами у наших испытуемых непосредственно во время длительной работы на эргометрическом велосипеде.

В этой таблице приведены данные К-ва и П-ва во время тренировки и Л-ка во время и после тренировки. Реакция пульса испы-

Таблица 1

Данные пульса и кровяного давления на 1-м часу работы

Испы- туемый	Дата	Период	До работы		Работа											
			лежа	Среднее кровяное давление	1/2	2-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
1. К-в	16. II	После тренировки на эргометрическом велосипеде	74	84	104	116	120	120	128	128	130	132	132	134	136	—
			—	—	24	37	42	42	52	52	54	56	56	59	62	—
2. С-ч	25. IV	То же	127	118	112	116	122	127	128	132	134	134	134	135	135	—
			77	82	74	70	70	70	72	66	66	66	66	68	68	—
3. Л-к	27. XI	Во время тренировки	54	60	78	84	90	94	94	100	104	106	110	106	110	—
			—	—	30	40	50	57	57	63	66	73	83	76	83	—
Он же	3. II	После тренировки	110	95	90	95	100	110	110	115	115	118	120	125	120	—
			75	70	65	65	65	65	65	65	65	67	63	63	65	—
4. П-в	1. XI	Во время тренировки	60	68	100	108	108	108	112	120	120	128	136	134	132	132
			—	—	47	60	60	60	65	76	76	88	100	97	94	94
5. С-в	1. I	То же	108	110	106	108	—	—	120	125	130	135	145	147	147	152
			68	70	65	60	—	—	65	60	60	58	55	48	50	50
			58	72	98	108	106	103	114	114	114	120	122	120	122	122
			—	—	36	50	47	50	58	58	66	70	66	70	72	70
			118	105	95	98	105	110	115	120	115	125	124	125	125	125
			60	68	60	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
			52	60	96	104	106	106	108	114	108	108	108	114	118	126
			—	—	60	73	76	76	80	80	90	80	80	90	96	110
			100	100	100	100	—	100	105	110	125	120	120	125	125	125
			75	74	75	75	—	75	75	75	75	65	65	65	60	65
			62	70	112	120	120	120	126	138	138	144	150	150	144	144
			—	—	60	71	71	71	80	97	97	106	114	114	114	106
			98	102	100	105	—	110	115	115	115	118	115	120	120	115
			75	75	75	75	—	75	70	65	65	60	65	65	65	65

Таблица 2

Данные пульса и кровяного давления во время работы

Испытуемый	Дата	Период	Лежа	1-й час работы											Сидя на вело- сипеде	2-й час работы													
				м и н у т ы												м и н у т ы													
				1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
1. К-в	25. II	После трени- ровки на эргометри- ческом ве- лосипеде	Пульс	82	84	108	118	120	126	12	126	128	124	128	130	130	94	108	118	128	126	126	128	128	130	130	130		
			Учащение пульса в %	—	—	29	40	42	50	49	50	52	50	52	54	54	12	29	40	52	50	50	52	52	54	54	54		
			Кровяное { давление { Мх	122	115	132	132	132	130	126	126	130	126	124	126	110	102	120	120	124	126	120	120	120	120	124	126		
			{ Мп	76	75	68	72	72	70	68	62	62	68	62	68	68	75	68	67	66	68	70	68	66	68	70	68		
2. Л-к	27. XI	Во вре- мя трени- ровки	Пульс	60	68	108	112	120	120	120	128	136	134	132	132	132	82	112	132	132	132	132	140	140	148	144	142		
			Учащение пульса в %	—	—	60	65	76	76	76	88	100	97	94	94	94	20	65	94	94	94	94	106	106	106	117	112	110	
			Кровяное { давление { Мх	108	110	108	125	130	135	135	145	147	147	147	147	152	110	110	128	128	128	130	132	135	139	135	135	135	
			{ Мп	68	70	60	60	60	58	55	50	48	48	48	48	50	70	60	55	55	55	50	50	50	50	48	46	45	
8. II		После трени- ровки	Пульс	52	64	102	108	102	104	108	114	118	120	120	116	112	64	98	108	108	110	110	110	112	108	110	108	112	
			Учащение пульса в %	—	—	59	72	59	62	69	78	84	87	87	81	75	—	53	69	69	72	72	72	72	75	69	72	69	75
			Кровяное { давление { Мх	110	100	95	115	115	120	115	120	120	115	120	115	120	120	100	90	115	120	120	115	120	120	120	120	125	125
			{ Мп	70	65	55	55	50	55	55	50	50	50	50	50	50	70	55	55	55	55	55	50	50	40	45	50	50	
3. П-в	21. X	Во вре- мя трени- ровки	Пульс	60	64	98	116	116	120	132	136	150	144	144	140	144	92	120	138	144	144	144	144	138	150	150	150		
			Учащение пульса в %	—	—	53	81	81	87	106	112	134	125	125	118	125	43	87	115	125	125	125	125	125	115	134	134	134	
			Кровяное { давление { Мх	105	95	100	110	115	115	115	120	130	135	142	140	140	115	110	118	140	135	142	150	145	155	148	155	158	
			{ Мп	105	70	70	70	75	75	75	75	70	75	70	74	72	85	80	78	80	80	76	80	75	80	78	85	82	

Продолжение табл. 2.

Испытуемый	Дата	Период	Лежа	Сила на вело- сипеде	3-й час работы											Сила на вело- сипеде	4-й час работы											
					м и н у т ы												м и н у т ы											
					1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
1. К-в	25. II	После тре- нировки на эргометри- ческом ве- лосипеде	Пulse	82	90	114	120	120	120	120	122	124	124	128	130	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Учащение пульса в %	—	7	36	42	42	42	42	45	49	49	52	54	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Кровяное { давление { Мх Мп	122 76	100 75	98 68	120 72	116 70	118 72	120 70	120 64	120 66	120 70	118 70	120 70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Пulse	60	86	120	138	136	132	136	142	152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Л-к	27. XI	Во вре- мя тре- нировки	Учащение пульса в %	—	26	76	103	100	94	100	112	123	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			Кровяное { давление { Мх Мп	108 68	105 70	128 66	130 65	138 62	138 54	134 50	133 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			Пulse	52	64	114	114	112	114	112	168	114	116	120	116	118	72	104	118	116	120	120	112	110	112	120	118	—
			Учащение пульса в %	—	—	78	78	75	78	75	69	78	81	87	81	84	—	62	84	81	87	87	75	72	75	87	84	—
3. П-в	21. X	Во вре- мя тре- нировки	Кровяное { давление { Мх Мп	110 70	95 70	115 55	112 50	115 46	115 45	115 45	112 40	115 45	115 50	115 45	115 45	90 70	85 55	110 45	112 50	115 45	110 45	115 45	115 45	115 45	115 45	115 45	115 45	
			Пulse	60	92	124	136	138	138	150	150	152	156	162	162	162	100	130	136	162	156	168	168	—	—	—	—	—
			Учащение пульса в %	—	43	93	92	115	115	134	134	137	143	153	153	153	56	103	112	153	143	162	162	—	—	—	—	—
			Кровяное { давление { Мх Мп	105 60	115 80	125 85	125 88	128 88	130 88	135 88	135 85	130 82	132 85	132 80	134 82	136 80	110 80	110 85	115 82	135 80	132 82	125 80	125 90	—	—	—	—	—

туемого Л-ка за время тренировки резко изменилась. В период тренировки Л-к мог работать в течение только 2,5 часов. После же тренировки он свободно работал в течение 4 часов. Учащение пульса в 1-м случае достигало 112—123% на 3-м часу работы, в то время как во 2-м случае оно не превышало 84—87% на 4-м часу работы. П-в в период тренировки мог работать свыше 3 часов, но пульс у него к концу работы был 168, а учащение составляло 162%. Christensen давал испытуемому работу от 480 до 1 680 кгм в 1 минуту на эргометрическом велосипеде; пульс у испытуемых при такой нагрузке достигал 168—200 ударов в 1 минуту. Наблюдавшееся им замедление пульса в результате тренировки отмечалось также и у наших испытуемых. Все они во время работы сильно потели: к концу 3—4-го часа работы они теряли в весе 1—1,5 кг; субъективные жалобы чаще были в тренировочном периоде и сводились к явлениям местного утомления: боли, чувствительность в мышцах ног, спины, изредка жалобы на головную боль и общую разбитость.

При нагрузке 510 кгм в минуту мы не наблюдали случаев внезапного резкого учащения пульса с падением кровяного давления, что указывало бы на сердечную слабость.

После тренировки мы заставляли испытуемых (Л-к) работать без перерыва. В таком случае он вместо 4 часов мог работать только 2,5 часа, какой-либо резкой реакции сердечно-сосудистой системы при этом не отмечалось; работу испытуемые прекращали из-за резких явлений местного утомления (чувствительность в мышцах ног); таким образом, отсутствие перерывов (коротких отдыхов) сокращало продолжительность работы до 40% и вызывало более заметную усталость. По окончании работы испытуемые в течение 10 минут продолжали сидеть на велосипеде, затем укладывались на кушетку и лежали еще в течение 30 минут; за это время у них исследовались пульс и кровяное давление.

На 1-й же минуте по окончании работы пульс замедлялся на 30—50%, возвращаясь к норме у тренированных скорее, чем у нетренированных.

Кровяное давление. Систолическое кровяное давление в первые полминуты работы чаще всего падало на 5—10 мм ртутного столба; следующие полминуты оно достигало исходной величины или оставалось еще несколько пониженным; только со 2—3-й минуты подъем систолического давления определенно устанавливался; при дальнейшей работе подъем этот постепенно увеличивался; к концу 1-го часа систолическое давление увеличивалось на 15—40 мм (табл. 1), к концу 3—4-го часа — на 15—30 мм (табл. 2).

Понижение систолического давления в начальный период работы было отмечено также Ильиным-Какуевым, который объясняет это ускорением оттока крови из артериальной системы, расширением капилляров и недостаточным притоком крови к сердцу в 1-ю минуту работы.

Мы привели подробные данные изменения кровяного давления на протяжении 3—4 часов работы в периоде тренировки и после нее (табл. 2). Эти данные у отдельных испытуемых заметно разнятся между собой: так, у испытуемого Л-ка в начале тренировки систолическое давление на 3-м часу работы увеличивалось на 28 мм ртутного столба, в конце тренировки, на 4-м часу, увеличение было равно только 15 мм ртутного столба.

Величина пульсоамплитуды, которая, по Лукомскому, является отображением минутного объема сердца (экспериментальное исследование Башмакова и Ильина-Какуева), также резко снизилась в про-

цессе тренировочного периода; это снижение происходило за счет замедления пульса и уменьшения амплитуды, т. е. работа после тренировки стала производиться более экономно.

Диастолическое давление во время работы почти всегда падало, причем это падение заметнее всего сказывалось уже на 1-й минуте работы. Это, повидимому, объясняется быстрым приспособлением сосудов (понижение тонуса). Понижение диастолического давления достигало 10—20 мм ртутного столба.

Шохрин наблюдал во время работы (ручной эргометр) значительное повышение диастолического давления. Мы же повышение диастолического давления имели как исключение у лиц, нетренированных, работающих с большим напряжением (табл. 2, испытуемый П-в), у которых одновременно с повышением диастолического наблюдалось резкое повышение систолического давления.

Повышение диастолического давления в экспериментах Шохрина мы объясняем наличием также элементов статической работы для верхних конечностей (удерживание эргометра). Специально поставленные исследования показали резкое увеличение как систолического, так и диастолического давления при статической работе.

Повышение же диастолического давления при динамической работе мы склонны рассматривать как неблагоприятную реакцию, указывающую на недостаточную приспособляемость сердечно-сосудистой системы к работе.

Наблюдаемые колебания кровяного давления за период работы на эргометрическом велосипеде были невелики. После работы систолическое давление быстро падало, диастолическое повышалось; полное восстановление наступало через 10—15 минут.

В ы в о д ы

1. Для изучения реакции сердечно-сосудистой системы необходимо по возможности производить исследования во время самой работы. Данные до и после работы могут считаться только ориентировочными, дающими представление не о самой реакции, а только о ее направлении.

2. 1-я минута работы на эргометрическом велосипеде (510 кгм в минуту) характеризуется учащением пульса, отсутствием повышения систолического кровяного давления, понижением диастолического давления и увеличением пульсоамплитуды; со 2-й минуты наступают заметное учащение пульса и увеличение амплитуды кровяного давления в результате повышения систолического и понижения диастолического давлений.

3. Для периода тренировки характерна неэкономная реакция сердечно-сосудистой системы (значительное приращение пульса и величин кровяного давления).

4. Хорошо тренированный человек может производить дозированную длительную работу с кратковременными перерывами без резких отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы.

5. Если работа производится без перерыва, то длительность ее резко сокращается и, кроме того, она протекает при неэкономной реакции со стороны сердечно-сосудистой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башмаков, Ильин-Какоев, Гигиена труда, № 8—9, 1930.—2. Шохрин, Труды Ленинградского института по изучению профболезней, V, стр. 54, 1931.—3. Christensen, Arbeitsphysiologie, 31, 4, Н. 6.—4. М. Я. Лукомский, I том трудов центральной лаборатории по изучению профболезней на транспорте.

DIE REAKTION DES KREISLAUFSYSTEMS BEI LANGDAUERNDER DYNAMISCHER ARBEIT UND DER EINFLUSS KURZDAUERNDER RUHEPAUSEN AUF DIE ARBEITSFÄHIGKEIT

I. N. Popow und G. G. Saruchanow

Aus. d. Zentr. Forschungslaboratorium f. Arbeitshygiene im Eisenbahntransport (Vorts. der Physiologischen Abteilung: Doz. W. I. Baschmakow)

1. Zum Studium der Reaktion des Kreislaufsystems ist es erforderlich, die Untersuchungen nach Möglichkeit während der Ausführung der Arbeit vorzunehmen. Vor und nach der Arbeit ermittelte Befunde sind lediglich orientierend und kennzeichnen nicht die Reaktion als solche, sondern nur die Richtung derselben.

2. Während der ersten Minute der Arbeit am Ergometer-Fahrrad (bei 510 mkg Arbeit pro Minute) sind charakteristisch: Zunahme der Pulsfrequenz, fehlende Erhöhung des systolischen Blutdrucks, Erniedrigung des diastolischen Drucks und Vergrößerung der Pulsamplitude; von der zweiten Minute an besteht erhebliche Zunahme der Pulsfrequenz und Vergrößerung des pulsatorischen Blutdruckausschlags (infolge von Erhöhung des systolischen und Erniedrigung des diastolischen Drucks).

3. Für die Periode des Training ist die nichtökonomische Reaktion des Kreislaufsystems kennzeichnend (bedeutende Vermehrung der Pulsfrequenz und der Blutdruckwerte).

4. Beim gut trainierten Menschen bedingt dauernde abgemessene Arbeit mit kurzdauernden Ruhepausen keine scharfen Abweichungen seitens des Kreislaufsystems.

5. Wird die Arbeit ohne Unterbrechung ausgeführt, so erfährt ihre Gesamtdauer eine beträchtliche Einschränkung und sie verläuft unter nichtökonomischer Reaktion seitens des Kreislaufsystems.

К УЧЕНИЮ О ДИСПНОЭ У ЛЯГУШКИ

О. П. Острейко

Из токсикологической лаборатории (зав.—
проф. В. М. Карасик) Ленинградского меди-
цинского института им. акад. И. П. Павлова

Поступила в редакцию 15.III.1937 г.

У лягушки наблюдается своеобразный тип дыхания, выражающийся в периодическом раздувании легочных мешков с длительными паузами между легочными дыхательными движениями, наполняющими легкие воздухом. Физиологическая оценка этой легочной «периодики» у различных авторов неодинакова.

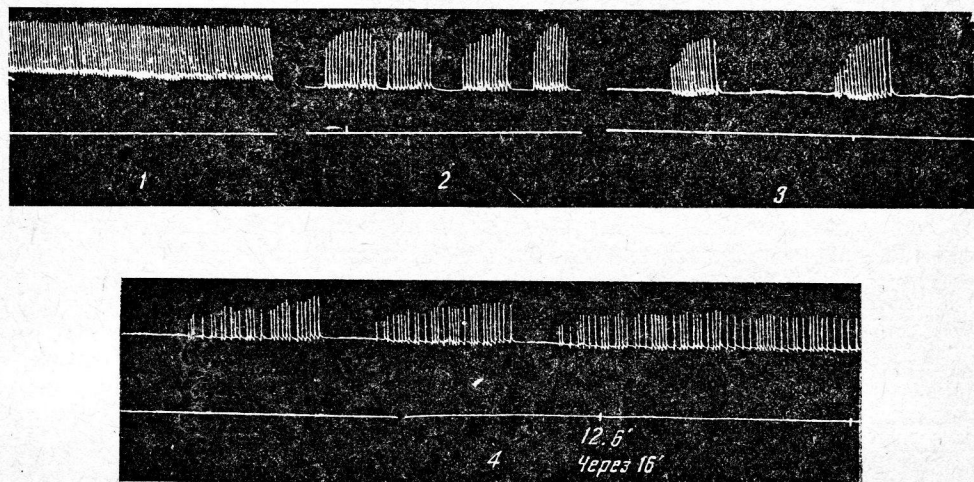
По взглядам Вабак, опирающимся на весьма большой экспериментальный материал его лаборатории, поддерживаемым также работами В. М. Карасика, легочная «периодика» является выражением диспноэтического возбуждения дыхательного центра лягушки. В классической работе Н. Е. Введенского и более новых работах Carlson и Luckhardt «периодика», однако, считается выражением нормально-го дыхания лягушки. В работах других авторов, наблюдавших «периодику» в различных экспериментальных условиях, связь ее с проблемой диспноэ вообще не затрагивалась.

В последней сводке вопроса, сделанной В. М. Карасиком, указано, что все экспериментальные условия, в которых различные авторы наблюдали периодическое дыхание (анаэробная среда, наложение лигатур или клемм на аорту или легочные артерии, отравление сердечными, кровяными ядами и пр.), вели к кислородному голоданию животного, возможность же возникновения этого типа дыхания в экспериментах Введенского, Willem, Carlson и Luckhardt, видимо, была связана с подсыханием кожи животного, повторным длительным рефлекторным возбуждением, длительным фиксированием его на доске и другими влияниями, изменявшими интенсивность обмена веществ.

Если мы знаем ряд приемов, при помощи которых можно весьма быстро вызвать диспноэтическую реакцию, то следует найти приемы быстрого же ее прекращения. Такое «овладение» феноменом «периодики» давало бы большее право суждения о его происхождении.

Наиболее удобным в названных целях является фармакологическое воздействие. Так, В. М. Карасиком было показано, что предварительная атропинизация лягушки предупреждает развитие легочной «периодики» даже от больших доз ареколина. Без такой атропинизации ареколин, вызывая значительное замедление или остановку сердца, быстро ведет к появлению легочной «периодики». При ясности профилактического эффекта терапевтический эффект атропина оказывается неясным потому, что из-за большой чувствительности дыхательного центра лягушки даже к кратковременным нарушениям кровообращения (несмотря на последующее быстрое восстановление сердечной деятельности атропином) дыхание еще много минут остается периодичным.

Более подходящим фармакологическим агентом, видимо, являются цианиды. В работе В. М. Карасика, в которой дан подробный анализ диспноэтической реакции, вызываемой цианистым натрием, указано на то, что введение тиосульфата натрия, являющегося противоядием синильной кислоты, ведет к прекращению диспноэ. Возможность при помощи одного химического агента подавлять биологическую реакцию, возникающую при введении другого химического агента, дает основание утверждать, что биологическая реакция вызвана этим последним агентом. Ввиду значения этого обстоятельства для вопроса о диспноэ мне было предложено проф. В. М. Карасиком исследовать влияние на легочную «периодику», вызванную



дис. 1. Реакция на яд без введения противоядия. Опыт 5.II.1936 г. Лягушка ♂, вес 40,0 г. 1 — норма, сплошной легочный ритм; 2 — через 1 мин. после введения NaCN в дозе 3 р. г на 1 г веса животного; легочная «периодика»; 3 — через 8 мин. после введения NaCN ; легочная «периодика» с слабым орофарингеальным дыханием между отдельными периодами; 4 — через 14 мин. после введения NaCN ; периоды удлиняются, дыхание переходит постепенно к сплошному легочному ритму

цианидами, другого противоядия синильной кислоты — солей кобальта.

Соли кобальта (азотнокислая, хлористая, сернокислая, лимоннокислая и др.), образующие трудно диссоциирующий цианистый кобальт, были предложены в качестве противоядий синильной кислоты Antal, а затем испытаны рядом других авторов (работы Рожкова, Усовой и Степаненко). Эффективность их обезвреживающего действия на лягушке была показана Meurice.

Опыты ставились на зимующих самцах *Ranae temporariae* в январе, феврале, а частью и марте. Лягушки фиксировались на пробковой доске. Дыхательные движения регистрировались по методу Nicolaides (крючечек от записывающего рычажка захватывал кожу нижнечелюстной области). Цианистый натрий вводился в водных растворах подкожно в дозах 2,5—4,5 μg на 1 г веса лягушки. Эти дозы вели к легочной «периодике» длительностью от 9 до 36 минут (в среднем из 30 контрольных опытов — 17 минут). Азотнокислый кобальт вводился в водных же растворах подкожно в дозах 10—22 μg на 1 г веса лягушки. Всего по испытанию антитоксического действия кобальта было поставлено 40 опытов.

В целях изучения антагонистического влияния солей кобальта на цианистую реакцию со стороны дыхания было поставлено несколько серий опытов.

Опыты первой серии. Противоядие вводится до введения яда. Все опыты этой серии (10) обнаружили, что кобальт в дозах

20—25 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного (дозы, меньшие 20 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного, не испытывались) предупреждает возникновение легочной периодики (рис. 1, 2, 3).

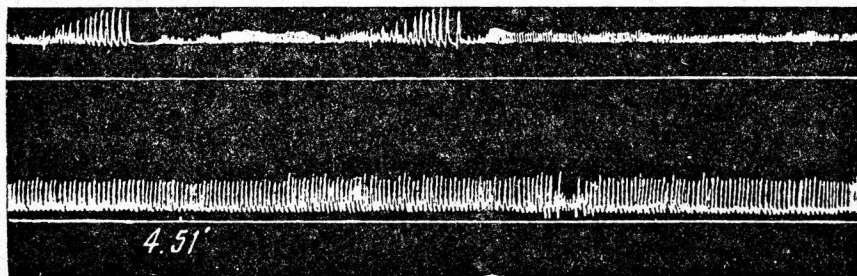


Рис. 2. Реакция на яд без введения противоядия. Опыт 16.II.1935 г. Лягушка ♂, вес 20 г. Читать снизу вверх и слева направо:

внизу — до введения NaCN — сплошной легочный ритм;

вверху — через 10 мин. после введения NaCN в дозе 3 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного.

Записаны 2 последних периода и возвращение к нормальному дыханию.

Сравнительно редкий случай, когда дыхание возвращается не к исходному легочному ритму, в данном случае от сплошного легочного к сплошному орофарингеальному

Опыты второй серии. Противоядие вводится через различные промежутки времени после введения яда (1—3 минуты), когда легочная «периодика» уже развилась. Как показали опыты этой серии (50), кобальт значительно сокращает длительность диспноэти-

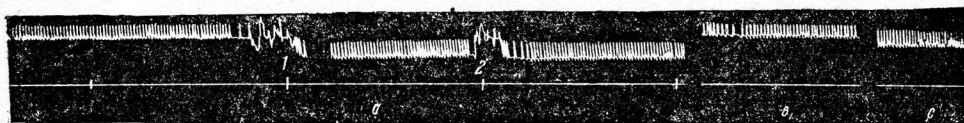


Рис. 3. Влияние профилактического введения противоядия. Опыт 10.II.1935 г. Лягушка, ♂ вес 23 г.

1 — 12 час. 11 мин. введено 0,46 см^3 0,1% раствора $\text{CO}(\text{NO}_3)_2$, т. е. 20 микрограмм на 1 г веса животного.

В момент введения общее двигательное возбуждение животного, вслед за которым наступает кратковременная остановка дыхания, в дальнейшем восстанавливается исходный сплошной легочный ритм.

2 — 12 час. 12 мин. введено 0,14 см^3 0,05% раствора NaCN , т. е. 3 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного.

Инъекция вызывает кратковременное общее двигательное возбуждение, после которого дыхание возвращается к исходному легочному ритму. Диспноэтическая реакция отсутствует: а — через 1 мин., б — через 3 мин., с — через 6 мин. после введения NaCN

ческой реакции. Наиболее отчетливый эффект получен от доз кобальтида в 19—22 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного и при более раннем введении его. Длительность диспноэ в 11 опытах, поставленных с названными дозами противоядия, равнялась в среднем 4,5 вместо 12 минут (рис. 4 и 5). При дозах кобальта в 10—12 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного в 15 случаях длительность диспноэ равнялась в среднем 5 минутам, в 2 опытах результат был неясным, а в 2 терапевтический эффект вовсе отсутствовал.

Опыты третьей серии. Вводится яд, выжидается время возвращения дыхания к норме, яд вводится вторично в той же дозе,

и на фоне вновь вызванной реакции через различные промежутки времени вводится противоядие. В контрольных опытах этой серии обнаружилось, что вторично наступающая диспноэтическая реакция длится, как правило, дольше первой. Оказалось, что и по отношению к противоядию повторно вызванная реакция является более устойчи-

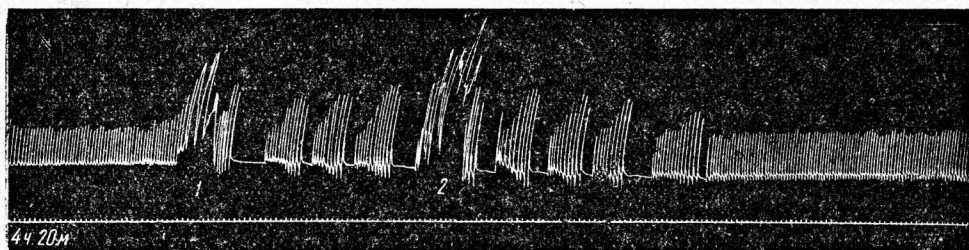


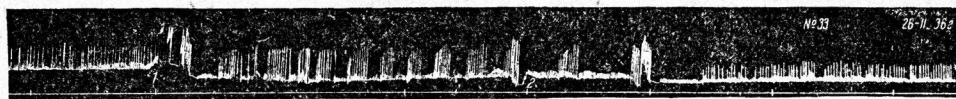
Рис. 4. Влияние лечебного введения противоядия. Опыт 20.XI.1936 г. Лягушка ♂, вес 20 г.

1 — 4 час. 21 мин., введено $0,18 \text{ см}^3$ 0,05% NaCN, т. е. 3 микрограмма на 1 г веса животного.

В момент введения кратковременное общее двигательное возбуждение животного, а затем наступает типичная легочная «периодика». 2 — 2 час. 22 мин. 12 сек., введено $0,6 \text{ см}^3$ 0,1% раствора $\text{CO}(\text{NO}_2)_2$, т. е. 20 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного. В момент введения общая двигательная реакция, через 1 мин. 24 сек. дыхание возвращается к исходному сплошному легочному ритму. (Значительное сокращение длительности диспноэтической реакции при введении противоядия.)

вой. Так, в 8 опытах длительность ее равна 6—12 минутам, а в среднем — 7,25 минутам.

Из вышеизложенного следует, что соли кобальта, обнаружившие в ряде исследований, выполненных различными авторами, способность обезвреживать в организме синильную кислоту и уничтожать или ослаблять вызванные ею функциональные нарушения, предупре-



12 ч. 4 м. NaCN

12 ч. 7 м. $\text{CO}(\text{NO}_2)_2$

Рис. 5. Влияние лечебного введения противоядия. Опыт 20.II.1936 г. Лягушка ♂, вес 33 г.

1 — 12 час. 4 мин. На фоне смешанного дыхательного ритма введено $0,18 \text{ см}^3$ 0,05% раствора NaCN, т. е. около 3 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного. После кратковременного общего двигательного возбуждения животного появляется типичная легочная «периодика», между отдельными легочными периодами имеет место орофарингеальное дыхание. 2 — 12 час. 7 мин. введено $0,3 \text{ см}^3$ 0,1% раствора $\text{CO}(\text{NO}_2)_2$, т. е. 10 $\mu\text{г}$ на 1 г веса животного: через 1,5' дыхание возвращается к исходному типу. Последние 2 периода следуют через более длительные промежутки, т. е. ослабление диспноэтической реакции наблюдается очень быстро вслед за введением противоядия.

ждают и устраняют изменения дыхания, возникающие у лягушки при введении ей солей синильной кислоты. Это составляет весьма существенное доказательство того, что упомянутые изменения дыхания зависят действительно от синильной кислоты, а не от каких-либо иных факторов (рефлекторное раздражение от укола, от введенного раствора и пр.).

Возможность по произволу экспериментатора на фоне длительно наблюдающегося орофарингеального, смешанного или, наконец, сплошного легочного ритма быстро вызвать легочную периодику и

по произволу быстро же возвращать дыхание к исходному ритму говорит в пользу того, что периодическое легочное дыхание является специфической, а не обычной формой легочного газообмена, и является новым аргументом в пользу толкования этой формы как диспноэтической реакции.

Выводы

1. Цианистый натрий в дозах 2,5—4,5 μ г на 1 г веса лягушки вызывает легочную «периодику» длительностью от 9 до 36 минут.
2. Азотнокислый кобальт в дозах 10—20 μ г на 1 г веса лягушки предупреждает возникновение этой реакции, а введение его на фоне уже возникшей реакции сокращает ее длительность в несколько раз.
3. Возможность произвольного вызова и прекращения легочной периодики при помощи яда и его противоядия является доказательством токсического происхождения этой «периодики» и гуморальной природы токсического эффекта.
4. Полученные результаты говорят в пользу признания легочной «периодики» диспноэтической реакцией (Babak, Карасик), а не выражением нормального дыхательного ритма (Введенский, Carlson и Luckhardt).
5. Своеобразие диспноэтической формы дыхания лягушки делает это животное весьма удобным объектом для анализа действия на дыхание различных фармакологических агентов.

ЛИТЕРАТУРА

В. М. Карасик. Русск. физиол. ж., *II*, в. 4, 1928; *13*, в. 4—5, 1930; Физиол. ж. СССР, *17*, в. 3, 1934.—В. М. Рожков, К. М. Усова и Н. С. Степаненко, Физиол. ж. СССР, *19*, в. 2, 1935. Antal, Babak, Carlson, Luckhardt, Meurice. Введенский, Villemin, цит. по В. М. Карасику, Русск. физиол. ж., *13*, в. 4—5, 1930.

ZUR LEHRE ÜBER DIE DYSPNOE BEIM FROSCH

von O. P. Ostrejko

Aus dem Toxikologischen Laboratorium des I. Leningrad. Medizin. I. P. Pawlow-Instituts (Vorstand: Prof. Dr. W. M. Karassik)

Antal, Lang, Meurice und andere Autoren haben festgestellt, dass Cobaltsalze die Blausäure im Organismus zu entgiften, d. h. die von ihr hervorgerufenen Funktionsstörungen zu schwächen oder aufzuheben vermögen.

Wie unsere Experimente zeigen, beseitigen Cobaltsalze die Atemstörungen («periodische Lungenatmung»), die beim Frosch als Folge von NaCN-Vergiftung auftreten. Diese Versuche bringen eine wichtige Bestätigung der Annahme, dass die periodische Lungenatmung wirklich vom Gift abhängt und nicht von irgendwelchen anderen Faktoren (reflektorische Reizung durch den Stich, durch die eingeführten Lösungen usw.). Die Möglichkeit nach Wunsch des Experimentators durch NaCN-Injektion den Oropharyngealatmungsrythmus, den gemischten Atemrythmus, ununterbrochenen Lungenatmungsrythmus schnell in die periodische Lungenatmung zu überführen und ebenso schnell mit Cobaltnitratinjektion diese letztere zum Ausgangsrythmus zurückkehren zu lassen, spricht dafür, dass die periodische Lungenatmung wirklich eine spezifische, ungewöhnliche Form des Lungengaswechsels ist. Dies bedeutet eine neue Stütze dafür, dass diese spezifische Atmungsform, wie früher Babak und Karassik festgestellt haben, eine dyspnoische Reaktion ist.

Die Eigenart der dyspnoetischen Atmungsform beim Frosch stempelt dieses Tier zu einem sehr guten Objekt für das analytische Studium der Wirkung verschiedener Pharmaka auf die Atmung.

ИЗМЕНЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕФЛЕКСА ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕКОТОРЫХ НАРКОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В. В. Закусов

Из токсикологической лаборатории
(зав. — проф. Н. В. Лазарев) Ленин-
градского института гигиены труда и
профессиональных заболеваний

Поступила в редакцию 14.II.1937 г.

Действие наркотических веществ на организм обычно рассматривается в современной фармакологии и токсикологии в аспекте явлений наркоза, т. е. при значительных функциональных изменениях в нервной системе, вызываемых воздействием относительно больших концентраций или доз. Например, при характеристике физиологического действия какого-либо наркотика принято учитывать такие симптомы, как боковое положение, исчезновение рефлексов, остановка дыхания. Между тем несомненный теоретический интерес и большое практическое значение представляют и те изменения в функциях нервной системы, которые возникают и могут быть объективно констатированы при действии малых концентраций или доз. Это особенно важно с точки зрения промышленной токсикологии, когда главным образом необходимо иметь сведения о влиянии на центральную нервную систему небольших количеств наркотических веществ.

Предполагая, что изучение возбудимости центральной нервной системы при воздействии на организм малых количеств различных наркотиков может дать новые возможности для суждения о ее функциональном состоянии, мы предприняли опыты с исследованием при этих условиях изменений времени рефлекса.

Как известно, понятие времени рефлекса выражает время, протекающее от начала процесса, ведущего к раздражению рецепторного органа, до первых заметных признаков вызванной этим процессом реакции [Steinhausen (1)] или, короче, это есть интервал между раздражением и рефлекторным следствием [Hoffmann (2)]. Из этих формулировок следует, что время рефлекса — величина интегральная, включающая латентное время рецепторного органа, время проведения афферентного импульса к центру, время переноса импульса в центральной нервной системе, время проведения эфферентного импульса и латентное время эффекторного органа. Если принять во внимание, что латентное время рецепторного органа, время проведения афферентного и эфферентного импульсов и латентное время эффекторного органа — величины довольно постоянные (Steinhausen), вряд ли подвергающиеся значительным колебаниям при действии небольших концентраций или доз наркотических веществ, то нужно думать, что наступающее в результате этого действия изменение времени рефлекса зависит преимущественно от изменения времени переноса импульса в центральной нервной системе, что является показателем возбудимости нервной системы.

Определению времени рефлекса посвящено значительное число физиологических исследований. Со времени Helmholtz, который впер-

вые применил этот метод, появился ряд работ, авторы которых использовали его для решения многих проблем. В частности, были установлены временные характеристики для разных рефлексов и были получены ценные сведения о функциях нервной системы.

Что касается использования метода определения времени рефлекса для изучения функционального состояния нервной системы при резорбтивном действии разных ядов и в том числе наркотических веществ, то таковой, кроме Wundt (3), никем не применялся. Только для исследования местного действия ядов этот метод (Türck) нашел широкое распространение.

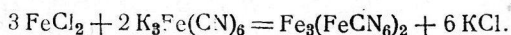
Методика

Существует несколько способов определения времени рефлекса, разнообразие которых зависит от исследуемого объекта, характера рефлекторного акта и технического совершенства. Однако они все основаны на едином принципе, состоящем в регистрации отрезка времени от момента раздражения какой-либо рефлексогенной зоны до момента реакции, чаще всего сопряженной с движением. Разработанный мной метод определения времени рефлекса заключается в измерении отрезка времени от начала раздражения электрическим током кожи задней конечности кролика до момента сокращения мышц этой конечности, т. е. до момента флексии, одновременно с чем прекращается раздражение. Исследования были начаты на кроликах, так как они спокойно переносят фиксацию в требуемом положении.

Кролик укреплялся на операционном станке в лежащем положении животом вверх. Раздражаемая конечность соединялась с подвижным контактом, который, смещаясь при флексии конечности, размыкал ток в цепи.

Раздражение кожи производилось прерывистым током одного направления такой мощности, которая давала раздражение достаточной интенсивности, чтобы вызвать двигательную реакцию. Источником тока служила осветительная сеть (переменный ток 110 V). Ток выпрямлялся выпрямителем Греца. Я пользовался в не было миллиамперметра переменного тока. При наличии же такового, разумеется, в выпрямлении тока нужды нет и раздражение можно наносить переменным в выпрямлении тока нужды нет и раздражение можно наносить переменным током. Напряжение осветительного тока снижалось реостатом с сопротивлением в 80 Ω , включенным в цепь параллельно, и, таким образом, легко регулировалось. Для нанесения электрического раздражения на кожу применялись электроды двух типов. Первый тип представлял собой две свинцовые пластинки, одна из которых имела форму круга с диаметром 2,5 см, а другая — прямоугольника размером 1 $\times$ 2 см. Электроды накладывались на освобожденную от шерсти и предварительно смоченную физиологическим раствором кожу: больший — на нижнюю часть живота, меньший — на тыльную поверхность стопы или голень. Ввиду разного размера электродов один из них (больший) являлся индифферентным, а другой (меньший) — раздражающим. Электроды этого типа укреплялись на коже менделеевской замазкой. Привязывания электродов следует избегать, так как они при этом могут смещаться или вызывать сдавление тканей с расстройством локального кровообращения, что может вести к понижению чувствительности кожных рецепторов. Второй тип электродов представлял собой две иглы, вкалываемые в кожу голени на расстояния 1—1,5 см.

Время рефлекса регистрировалось электролитическим хронографом системы Парфенова (4). Не входя в подробности этого превосходного способа регистрации малых величин времени порядка сотых секунды, я ограничусь изложением его принципа. Идея метода Парфенова основана на явлении электролитической диссоциации и заключается в том, что при пропускании переменного тока через раствор красной кровяной соли $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5)_6\text{K}]$ и хлористого натрия (NaCl) с прибавлением спиртового раствора фенолфталеина на положительном полюсе выделяется хлор, который при железном электроде дает FeCl_2 , а последнее, вступая в реакцию с красной кровяной солью, образует турбуллевую синь $[\text{Fe}_3(\text{FeCN}_6)_2]$. Реакция протекает по уравнению:



На отрицательном полюсе происходит образование едкого натра (NaOH) и, вследствие наличия в растворе фенолфталеина, появляется красное окрашивание.

Если указанным раствором смочить белую фильтровальную бумагу, расположив ее на металлической пластинке, соединенной с одним полюсом (неподвижный электрод), и провести по ней с определенной скоростью железным контактом, находящимся в соединении с другим полюсом, то получается линия чередующихся между собой черточек, каждая из которых обозначает одну сотую секунды, поскольку обычный городской ток имеет около 50 перемен в секунду, а общее число черточек выражает период времени прохождения тока через раствор. Так как для записи времени по Парфенову требуется напряжение около 50 V, т. е. меньшее, чем в осветительной сети, то для снижения напряжения перед подвижным контактом ставится реостат.

При включении в одну цепь электродов для раздражения кожи и прибора Парфенова удается регистрировать с абсолютной точностью время прохождения тока через кожу, а так как начало раздражения совпадает с замыканием тока, совершаемым экспериментатором, а конец с размыканием его кроликом вследствие двигательной реакции, то получаемый при каждом отдельном испытании отрезок времени выражает время рефлекса.

Схема смонтированной мной установки в целом представлена на рис. 1.

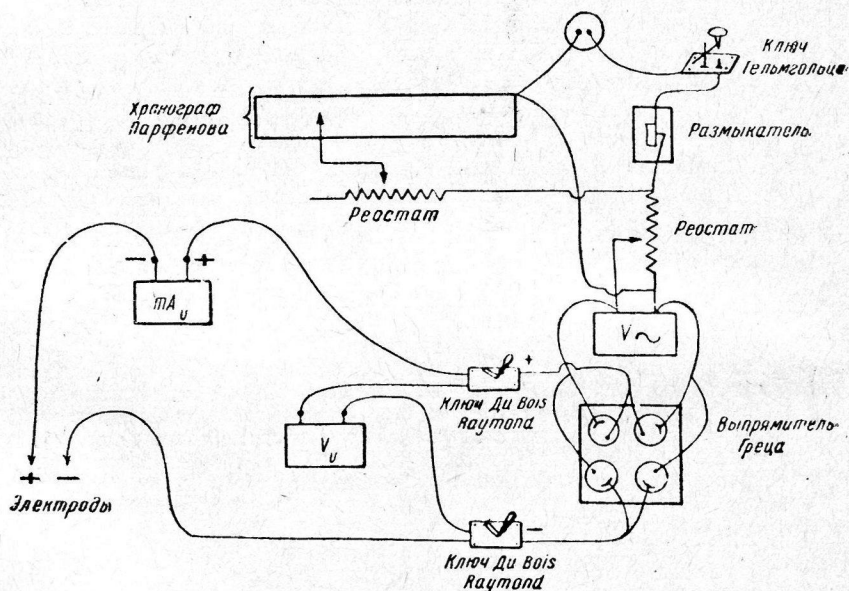


Рис. 1. Схема установки для измерения времени рефлекса

Типичным рефлекторным актом у кролика при раздражении электрическим током кожи голени или стопы, как правило, являлись флексия соответственной конечности и, часто, общая двигательная реакция. В том, что при раздражении кожных рецепторов конечности двигательная реакция в форме отдергивания ее действительно рефлекторный акт, едва ли можно сомневаться. Достаточно указать, что этому были даны доказательства еще Schéven (5).

Предварительные эксперименты с определением времени рефлекса по описанному методу показали, что у нормальных животных в зависимости от силы тока, частоты наносимых раздражений и индивидуальной чувствительности эта величина колеблется в пределах от 0,04 до 0,12 секунды и представляет собой в каждом отдельном случае весьма постоянную характеристику, отклоняющуюся в течение опыта не более как на 1—2—3 сотых секунды от некоторой средней. Поскольку и у нормальных животных нам приходилось видеть уже отмеченные спонтанные изменения времени рефлекса, в дальнейшем, при оценке получаемых результатов у отравленных животных такие малые колебания, не обнаруживающие тенденции к большим

уклонениям в сторону удлинения или укорочения, в расчет не принимались и приписывались случайным причинам.

Теми же контрольными опытами было установлено, что общая продолжительность отдельного опыта не должна превышать 2,5—3 часов, ибо позже возникают значительные колебания времени рефлекса, что, вероятно, объясняется утомлением животного от длительного пребывания в одном положении, на что и указывает его беспокойство.

Для раздражения кожи электрическим током в каждом опыте подбиралась та минимальная сила тока, которая давала постоянный эффект в диапазоне установленных величин, т. е. от 0,04 до 0,12 секунды. Полученная исходная величина принималась как показатель нормального времени рефлекса у данного кролика при данных условиях и служила масштабом для последующих сравнений. Для получения реакции указанных скоростей приходилось пользоваться чаще всего током от 1 до 5 мА, и только в исключительных случаях, как это было необходимо для специальных целей, применялся ток свыше 5 мА, но никогда не выше 15 мА. Промежутки между отдельными испытаниями были 5-минутными, исходя из скоростей накопления наркотиков в организме при введении их через дыхательные пу-

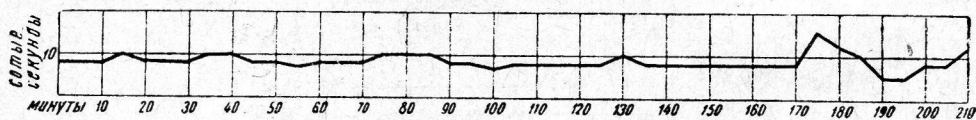


Рис. 2. Опыт 49. Кролик. Контроль. 3 V — 1 мА

ти, которыми мы главным образом пользовались, исследуя в большинстве случаев действие паров летучих наркотиков и вместе с тем, чтобы предоставить животному после каждого раздражения отдых. Как показали последующие опыты, перерывы этой продолжительности оправдали себя.

Примером контрольного опыта может быть кривая рис. 2.

Минимальные концентрации некоторых наркотических веществ, вызывающих изменение времени рефлекса

Первой задачей настоящей работы было установление минимальных (пороговых) концентраций или доз некоторых наркотиков, при которых наступает изменение времени рефлекса. Исследованию были подвергнуты следующие наркотические вещества: хлороформ, трихлорэтилен, этиловый эфир, ацетон, петролейный эфир (фракция 30—50°), хлоралгидрат и уретан. Летучие наркотики вводились ингаляционно, нелетучие — внутривенно. Опыты с отравлением кроликов летучими соединениями ставились в двух вариантах. В одних случаях, когда показателем пороговой концентрации являлась концентрация во вдыхаемом воздухе, кролик помещался в специальную герметическую камеру емкостью 700 л, в которой создавалась желаемая концентрация (по расчету). В других случаях, когда пороговая концентрация наркотика определялась по содержанию его в крови, для чего приходилось брать пробы крови, кролик, по понятным причинам, располагался вне камеры, а отравление его парами наркотика осуществлялось путем соединения (после трахеотомии) его дыхательных путей через клапаны Gildemeister с камерой, в которой на-

ходились пары наркотика и которая, таким образом, служила газгольдером. Продолжительность экспозиции в опытах с летучими наркотиками составляла, как правило, 30 минут.

Нелетучие наркотические вещества вводились в форме 5 или 10% растворов в вену уха.

Уже первые опыты с большой убедительностью показали, что примененный метод дает полную возможность объективно судить о функциональных изменениях в центральной нервной системе, возникающих при действии относительно очень малых концентраций наркотических веществ, и оправдывает тем самым наши ожидания.

Иначе говоря, этот метод дает возможность обнаружить такие незначительные степени отравления некоторыми наркотиками, которые у животных не проявляются никакими внешними признаками.

Так, было найдено, что хлороформ вызывает отчетливое изменение времени рефлекса при концентрации во вдыхаемом воздухе в 2 мг на 1 л и даже в 1 мг на 1 л; в части опытов можно было

заметить небольшой сдвиг времени рефлекса. Изменение времени рефлекса у кролика при отравлении пороговыми концентрациями хлороформа выражается колебаниями этой величины в больших пределах, чем в норме, в тенденции к его удлинению, но в некоторых случаях оно начинает удлиняться без заметных колебаний в сторону укорочения. При больших концентрациях, а именно от 2 до 10 мг на 1 л, время рефлекса, прогрессивно нарастая, увеличивается по сравнению с нормальным во много раз, а при дальнейшем увеличении содержания хлороформа во вдыхаемом воздухе кролик быстро перестает реагировать на ток данной силы; только вначале при усилении тока еще удается вызвать рефлекс и измерить его время, но по мере приближения наркоза рефлекс на раздражение кожи током исчезает вовсе.

Примером опыта с определением пороговой концентрации хлороформа может служить кривая рис. 3.

Близкой к хлороформу оказалась пороговая концентрация трихлорэтилена. Она, по нашим опытам, равна 2 мг на 1 л (рис. 4).

Не имея возможности определить содержание хлорозамещенных углеводов в крови, я должен был ограничиться определением пороговых концентраций хлороформа и трихлорэтилена во вдыхаемом воздухе.

Пороговые концентрации по содержанию наркотического вещества в крови были определены для этилового эфира, ацетона и петролейного эфира. Проба крови бралась из сонной артерии в тот момент, когда происходил сдвиг времени рефлекса. Концентрация нар-

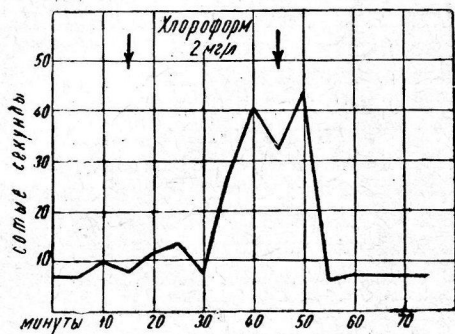


Рис. 3. Опыт 7. Кролик. 15 V—0,8 mA

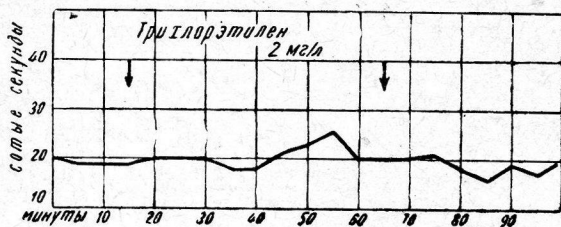


Рис. 4. Опыт 72. Кролик. 1 V—1 mA

котика в крови определялась по методу Матвеева, разработанному для жидкостей Лазаревым и его сотрудниками (6). Анализы делались А. И. Брусиловской, за что я ей выражаю искреннюю и глубокую благодарность. На основании полученных в этих опытах результатов можно заключить, что пороговой концентрацией в крови является: для этилового эфира — 50, для ацетона — 300, для петролейного эфира — 20 мг на 1 кг (цифры округлены) (рис. 5, 6 и 7).

Для нелетучих наркотиков, которыми мы пользовались, пороговыми дозами на 1 кг веса тела оказались: для хлоралгидрата — 0,025, для уретана — 0,05 (рис. 8 и 9).

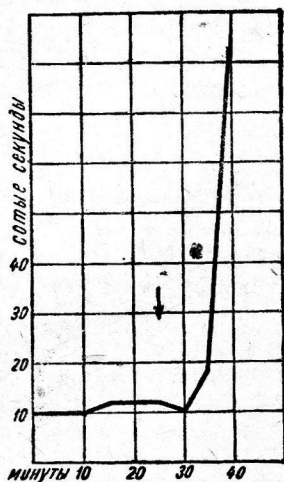


Рис. 5. Опыт 43. Кролик. Этиловый эфир. 10 V—1 mA. Концентрация эфира в крови a. carotis 47,1 мг/кг

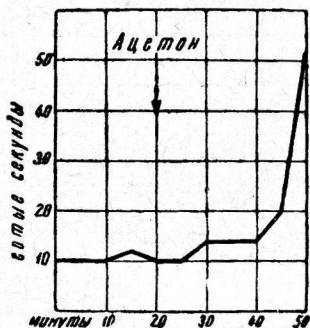


Рис. 6. Опыт 42. Кролик. 13 V—1,3 mA. Концентрация ацетона в крови a. carotis 314,0 мг/кг

После того как были установлены наименьшие концентрации или дозы ряда наркотиков, вызывающие изменение времени рефлекса, естественно, возникла мысль о том, во сколько раз эти concentra-

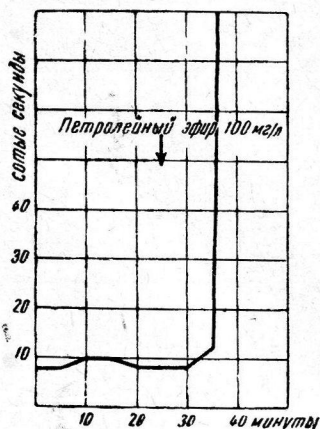


Рис. 7. Опыт 46. Кролик. 5 V—0,5 mA. Концентрация петролейного эфира в крови a. carotis 18,9 мг/кг

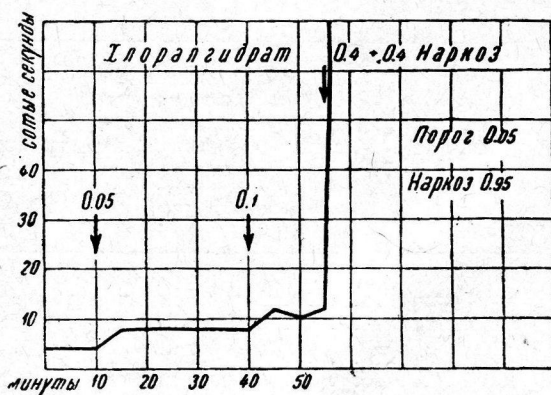


Рис. 8. Опыт 31. Кролик, в. 2335 г

ции и дозы меньше тех, которые оказывают наркотический эффект. Иначе говоря, было интересно выяснить, насколько чувствителен примененный тест для исследования функционального состояния цен-

тральной нервной системы. Хотя для интересующих нас веществ наркотические концентрации и дозы известны, о чем имеются указания в специальной литературе, мы все же не нашли возможным ограничиться ими для наших сопоставлений, так как, во-первых, для многих летучих веществ не указывается длительность воздействия соответственной концентрации или экспозиция для разных наркотиков, во-вторых, наркотические концентрации и дозы зависят от многих условий, при которых они определяются. В частности,

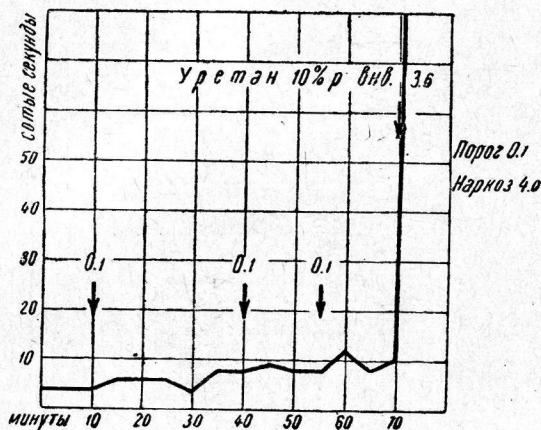


Рис. 9. Опыт 24. Кролик, в. 2100 г

очень медленно [Лазарев (7)] и для ускорения этого процесса требуется иметь очень большую концентрацию его во вдыхаемом воздухе, которую в камере создать трудно. Поэтому мы заставляли кролика вдыхать пары ацетона из вульфовской склянки, на дно которой был налит ацетон. Иногда к такому способу отравления мы прибегали в опытах с этиловым эфиром и с петролейным эфиром, что было вполне допустимо, ибо интенсивность действия в этих случаях выражалась содержанием наркотического вещества в крови.

Таблица 1

Название вещества	Минимальная концентрация или доза, вызывающая изменение времени рефлекса (П)	Наркотическая концентрация или доза (Н)	Отношение $\frac{Н}{П}$	Примечание
Хлороформ	2 мг на 1 л	100 мг на 1 л	50	} Во вдыхаемом воздухе
Трихлорэтилен	2 мг на 1 л	80 мг на 1 л	40	
Этиловый эфир	50 мг на 1 кг	1 700 мг на 1 кг	34	} В крови
Ацетон	300 мг на 1 кг	4 500 мг на 1 кг	15	
Петролейный эфир	20 мг на 1 кг	200 мг на 1 кг	10	
Хлоралгидрат	0,025 на 1 кг веса тела	0,5 на 1 кг веса тела	20	} На весь организм
Уретан	0,05 на 1 кг веса тела	2,0 на 1 кг веса тела	40	

О наркозе мы судили по следующей совокупности симптомов: отсутствие произвольных движений, полная утрата рефлексов при

раздражении кожи любой силы и исчезновение мышечного тонуса. Автоматические подергивания конечностей, которые бывают при отравлении петролейным эфиром, в расчет не принимались.

Результаты определений пороговых и наркотических концентраций хлороформа, трихлорэтилена, этилового эфира, ацетона, петролейного эфира, хлоралгидрата и уретана представлены в табл. 1.

При рассмотрении материала табл. 1 нетрудно видеть, что у перечисленных в ней веществ пороговые концентрации и дозы (П) во много раз меньше наркотических (Н), причем отношение $\frac{Н}{П}$ у разных наркотиков разное.

Особенно велика разница между пороговыми и наркотическими концентрациями у хлорозамещенных летучих углеводородов, выражаясь для хлороформа отношением 1 : 50, а для трихлорэтилена—1 : 40 (по концентрациям во вдыхаемом воздухе¹). Она несколько меньше у этилового эфира, равняясь 1 : 30, и еще меньше у ацетона и петролейного эфира, для которых составляет 1 : 15 и 1 : 10 (по концентрациям в крови). У^нелетучих наркотиков диапазон доз от пороговой до наркотической также оказался довольно значительным: 1 : 20 для хлоралгидрата и 1 : 40 для уретана (судя по общей дозе вещества, введенного в организм).

Насколько вообще велик диапазон субнаркотических концентраций и доз, сопровождающихся изменением времени рефлекса, можно видеть при сопоставлении его с диапазоном концентраций и доз, вызывающих боковое положение, наркоз и смерть. Ориентировочные сведения об этих концентрациях и дозах для

Таблица 2

Название вещества	Боковое положение или сон		Н а р к о з		С м е р т ь	
	концентрация во вдыхаемом воздухе в мг на 1 л	источник	концентрация во вдыхаемом воздухе в мг на 1 л	источник	концентрация во вдыхаемом воздухе в мг на 1 л	источник
Хлороформ	26,5—37,0	Rosenfeld (8)	47,0—73,0	Rosenfeld (8)	81,0	Rosenfeld (8)
Трихлорэтилен	30,0—60,0	Flury (9)	80,0	Собственные наблюдения	100,0	Собственные наблюдения
Этиловый эфир	45,0	Spencer (10)	97,5—135,0	Spencer (10)	182,0	Spencer (10)
Хлоралгидрат	Дозы на 1 кг веса тела 0,2	Собственные наблюдения	Дозы на 1 кг веса тела 0,5	Собственные наблюдения	Дозы на 1 кг веса тела 1,0	Flury (11)
Уретан	0,6	То же	2,0	То же	3,0	То же

¹ Концентрации определялись по расчету, ввиду чего они могут быть несколько выше истинных.

некоторых наркотиков (для которых таковые определены у кролика) из числа применявшихся нами помещены в табл. 2.

Из таблицы следует, что отношение концентраций¹ и доз, вызывающих у кроликов боковое положение, к наркотическим или отношение наркотических концентраций и доз к смертельным (наркотическая ширина) для хлороформа, трихлорэтилена, этилового эфира, хлоралгидрата и уретана колеблется приблизительно в пределах от 1:2—1:3, тогда как отношение пороговых концентраций и доз, обнаруживаемых по изменению времени рефлекса, к наркотическим составляет для тех же веществ 1:20—1:50 (петролейный эфир и ацетон в сопоставление не входят, потому что сведений о концентрациях этих наркотиков во вдыхаемом воздухе, вызывающих у кроликов боковое положение, наркоз и смерть, у нас нет).

Сравнение пороговых концентраций и доз с наркотическими выявляет, как уже сказано, еще одну особенность физиологического действия наркотиков, а именно, что отношение этих величин у разных наркотиков разное. Понятно, что не все эти величины сравнимы между собой, так как для хлороформа и трихлорэтилена они обозначают отношение концентраций во вдыхаемом воздухе, для этилового эфира, ацетона и петролейного эфира — в крови, а для хлоралгидрата и уретана — общие дозы, введенные в организм, но тем не менее и в каждой из перечисленных категорий у отдельных наркотиков отношение пороговой концентрации или дозы к наркотической далеко не одинаково, что безусловно зависит от характера физиологического действия каждого вещества и что, конечно, нельзя приписать случайным причинам.

Разница между отдельными наркотическими веществами в смысле диапазона субнаркотических концентраций вполне согласуется с тем, что, как известно [Lendle (12) и др.], отдельные наркотики обладают неодинаковой наркотической шириной, хотя параллелизма в этом отношении у исследованных нами веществ найти не удастся. Эти весьма любопытные феномены пока не могут быть точно объяснены на основе имеющихся знаний о физиологическом действии наркотических веществ. Наиболее вероятной причиной этого, повидимому, является неодинаковая последовательность действия различных наркотиков на разные части центральной нервной системы, которая в свою очередь требует дальнейшего объяснения.

Обратимость действия некоторых наркотических веществ

Следующая задача, которая возникла перед нами в процессе настоящей работы и которая, как казалось, легко могла быть решена методом определения времени рефлекса, состояла в уточнении понятия обратимости действия наркотиков. Точнее говоря, нас интересовал вопрос, насколько быстро и полно восстанавливается возбудимость центральной нервной системы после элиминации наркотического вещества из организма.

По установившимся представлениям действие наркотических веществ вполне обратимо. Следовательно, надо думать, что после выделения наркотического вещества из организма функции центральной нервной системы должны полностью восстанавливаться. Но, наряду с этим, повседневные наблюдения показывают, что даже после

¹ В целях унификации данных для летучих наркотиков взяты концентрации во вдыхаемом воздухе.

кратковременного наркоза, когда можно ожидать, что данное наркотическое вещество уже элиминировалось из организма, в центральной нервной системе остаются некоторые функциональные изменения, свидетельствующие о неполном восстановлении ее функций. Например, у лиц, подвергавшихся наркозу, развивается сонливость.

Поскольку в этом направлении достаточно подробных и точных исследований, насколько нам известно, не имеется, мы, располагая объективным методом изучения возбудимости центральной нервной системы, каковым является время рефлекса, предприняли для выяснения затронутого вопроса специальные опыты.

Для исследования обратимости действия наркотиков в первую очередь был избран петролейный эфир. Выбор петролейного эфира зависел от двух обстоятельств: 1) он скоро насыщает кровь, достигая наркотической концентрации, и так же скоро выделяется из организма [Лазарев (7)]; 2) мы имели удобный и точный метод для определения его содержания в крови. Кроме петролейного эфира, в этих опытах мы применяли этиловый эфир.

Опыты ставились так, что кролик после определения нормального времени рефлекса вдыхал высокую концентрацию паров наркотика до момента наступления наркоза. Далее, в одной группе опытов животное сразу получало чистый воздух, а в другой состояние наркоза у него поддерживалось некоторое время (до 1 часа) продолжающейся ингаляцией паров наркотика¹ и только после этого оно вдыхало чистый воздух. Регистрируя у кролика, как всегда, время рефлекса с интервалами в 5 минут, мы наблюдали по мере элиминации наркотического вещества из организма и восстановления рефлексов постепенное укорочение времени рефлекса, которое, давая временами колебания в сторону удлинения, наконец, достигало первоначальной величины. Беря в этот момент или раньше, если время рефлекса не восстанавливалось (когда а priori можно было ожидать, что концентрация наркотика в крови мала), пробу крови из *v. jugularis interna* и определяя в ней содержание наркотика и зная пороговые концентрации, вызывающие изменения времени рефлекса, мы имели возможность судить об обратимости действия.

Этими опытами было обнаружено, что после непродолжительного наркоза при восстановлении нормального времени рефлекса концентрация наркотика в венозной крови близка (чаще ниже) к той, которая по нашей номенклатуре называется пороговой, а после более длительного наркоза время рефлекса не всегда восстанавливается одновременно с исчезновением наркотика из крови, а несколько позже.

Графическое изображение изменения времени рефлекса при коротком и продолжительном наркозе кролика петролейным эфиром приведено на рис. 10 и 11.

Аналогичные результаты были получены и в опытах с этиловым эфиром.

¹ В опытах с продолжительным наркозом кролик на время наркоза отрывался от операционного станка, чтобы продолжительная фиксация не могла отразиться на восстановлении времени рефлекса.

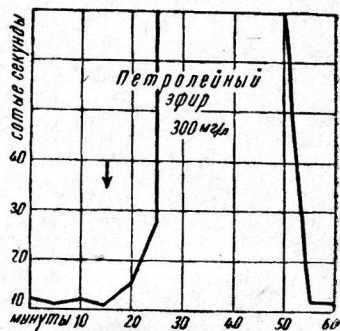


Рис. 10. Опыт 83. Кролик 3 V. — 5 мА. Концентрация петролейного эфира в крови *v. jugularis* 132,2 мг/кг

Таким образом, если судить по времени рефлекса, полная обратимость действия испытанных наркотиков в наркотических концентрациях после длительного воздействия может быть замедленной. Исходя из этого, мы склонны думать, что действие наркотических веществ на центральную нервную систему, в принципе вполне обратимое, может осложняться вторичными изменениями в центральной нервной системе, возникающими вследствие прямого или косвенного действия наркотика на другие органы, что ведет к замедлению обратимости. Однако нельзя отрицать, что при продолжительном наркозе в самой нервной системе появляются такие расстройства, которые не

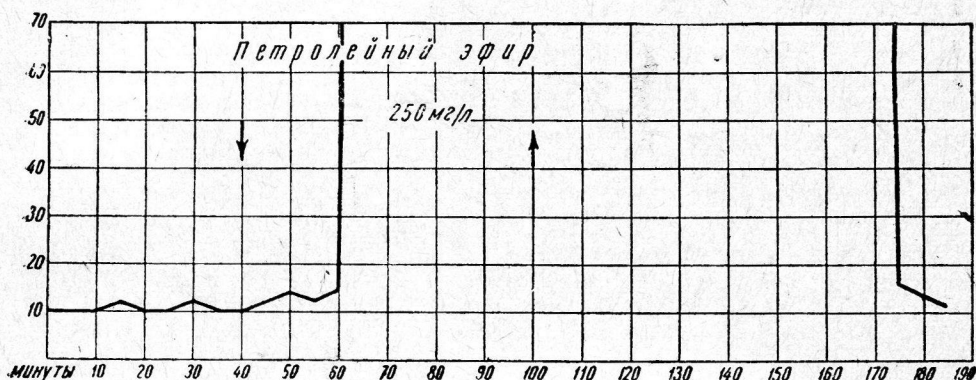


Рис. 11. Опыт 58. Кролик. 12 V — 7 mA. Концентрация петролейного эфира в крови v. jugularis, следы

восстанавливаются тотчас после освобождения организма от наркотического вещества. Возможно также, что и после короткого наркоза в центральной нервной системе, быть может, остаются изменения, которые не могут быть обнаружены методом определения времени рефлекса, недостаточно чувствительным для выявления самых незначительных изменений в функциях центральной нервной системы.

Окончательное выяснение этой особенности действия наркотиков, повидному, неразрывно связанное с механизмом их действия, представляет проблему, решение которой принадлежит будущему.

Последнее обстоятельство, вытекающее из наших наблюдений над изменением времени рефлекса и заслуживающее быть упомянутым, это то, что возбудимость центральной нервной системы при введении наркотических веществ в организм постепенно понижается и так же постепенно восстанавливается при элиминации их из организма, что, между прочим, по нашему мнению, представляет один из доводов [Winterstein (13)] против концепций Mansfeld (14), формулированных им как «Alles oder Nichts-Gesetz der Narkose».

Заключение

Факты, полученные в настоящей работе, показывают, что наше предположение о возможности использовать метод определения времени рефлекса для изучения функционального состояния центральной нервной системы при резорбтивном действии наркотических веществ правильно. Особенно ценно в этом методе то, что он позволяет констатировать изменения возбудимости центральной нервной системы при действии на организм таких малых количеств наркотических веществ, которые составляют для некоторых из них 1/50 наркотической концентрации.

Отсюда становится очевидным теоретическое и практическое значение этого метода, тем более, что уже первая попытка использовать его для изучения особенностей физиологического действия наркотических веществ увенчалось успехом. Так, этим путем были установлены для ряда наркотических веществ отношения минимальных (определимых по изменению времени рефлекса) концентраций к наркотическим и были выяснены условия обратимости действия некоторых наркотиков.

Кроме этого, можно думать, что и при изучении других сторон физиологического действия наркотиков измерение времени рефлекса окажется ценным и удобным методом. Наиболее подходящими случаями для применения этого метода, кроме тех, в которых он уже применялся нами, представляются следующие.

Во-первых, время рефлекса, являясь не только качественным, но и количественным показателем возбудимости центральной нервной системы, дает возможность изучать соотношения между концентрацией наркотика и величиной вызываемого ею эффекта.

Во-вторых, время рефлекса — удобный критерий для сравнительной оценки силы действия малых концентраций наркотических веществ.

В-третьих, при изучении хронических отравлений наркотическими веществами, весьма вероятно, изменение времени рефлекса окажется одним из самых ранних признаков функционального расстройства нервной системы.

В-четвертых, для установления предельно допустимых концентраций паров наркотических веществ в рабочих помещениях соответственных отраслей промышленности, предварительные экспериментальные исследования по определению минимальных концентраций данного наркотика, вызывающих изменение времени рефлекса, могут доставить ценные сведения.

И, наконец, не исключена возможность, что метод определения времени рефлекса окажется также пригодным для изучения влияния на нервную систему не только веществ с наркотическим типом действия, но и других ядов.

В ы в о д ы

1. Изучались функциональные изменения в центральной нервной системе при резорбтивном действии ряда наркотиков посредством определения у кролика времени рефлекса. Исследованию были подвергнуты хлороформ, трихлорэтилен, этиловый эфир, ацетон, петролейный эфир, хлоралгидрат и уретан.

2. Время рефлекса при отравлении наркотическими веществами является достаточно точным и вполне объективным показателем для выявления небольших изменений в функциональном состоянии центральной нервной системы.

3. Минимальные концентрации или дозы, вызывающие изменение времени рефлекса, у исследованных веществ относительно очень малы.

4. Отношение минимальных концентраций или доз, вызывающих изменение времени рефлекса, к наркотическим — величины довольно постоянные и типичные для каждого наркотика при данном способе его введения в организм.

У исследованных веществ это отношение колеблется в пределах от 1:10 до 1:50.

5. Действие наркотических веществ на центральную нервную систему при непродолжительной экспозиции вполне обратимо, но при

длительном воздействии полная обратимость может быть замедленной.

6. Замедленная обратимость действия наркотиков в последнем случае, вероятно, зависит от вторичных изменений, связанных с их действием на весь организм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Steinhausen, *Bethe's Handbuch*, IX, 666, 1929.—2. Hoffmann, *Abderhalden's Handbuch*, d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 5.—3. Wundt, *Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervenentren*. Stuttgart, 1878.—4. Парфенов, *Врачебная газета*, № 10, 773, 1931.—5. Scheven, *Allg. z. Psychiatr.*, 61, 764, 1904.—6. Lazarew, *Brussilowskaja u. Lawrow, Biochem. Ztschr.*, 240, 12, 1931.—7. Лазарев, *Общие основы промышленной токсикологии*, вып. I, гл. 2, ОГИЗ, 1935.—8. Rosenfeld, *цит. по Meyer u. Gottlieb, Exp. Pharmak.*, 71 Aufl., 97, 1925.—9. Flury u. Zernin, *Schädliche Gase*, 333, 1931.—10. Spenzer, *цит. по Meyer u. Gottlieb, Exp. Pharmak.*, 7 Aufl., 98, 1925.—11. Flury u. Zernin, *Abderhaldens Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden*, Abt. IV, Teil 7.—12. Lendle, *Arch. f. exp. Path. u. Pharmak.*, 143, 108, 1929.—13. Winterstein, *Die Narkose*, 2. Aufl. 1926.—14. Mansfeld, *Biochem. Ztschr.*, 173, 340, 1926.

ÜBER DIE ÄNDERUNG DER REFLEXZEIT BEI DER ENWIRKUNG EINIGER NARKOTIKA

W. W. Zakusow

Aus d. Toxikologischen Laboratorium (Vorst.: Prof. N. W. Lazarew) d. Inst. f. Arbeitshygiene u. Berufskrankheiten, Leningrad

Verf. erblickt in der Untersuchung der Erregbarkeit des Zentralnervensystems einen objektiven und genauen Index für die Beurteilung von dessen funktionellem Zustand bei der Einwirkung von kleinen Konzentrationen oder Dosen narkotischer Mittel auf den Organismus. Von dieser Annahme ausgehend, hat Verf. Versuche über die Änderungen der Reflexzeit unter derartigen Bedingungen angestellt. Unter Anwendung einer eigens ausgebildeten Methode wurde die Zeitdauer des flexorischen Reflexes der Hinterextremität von Kaninchen bei Reizung des Unterschenkels durch elektrischen Strom bestimmt. Es wurden Versuche angestellt über die Einwirkung von Chloroform, Trichloraethylen, Aethyläther, Azeton, Petroleumaether, Urethan und Chloralhydrat. Die flüchtigen Narkotika wurden durch Inhalation, die nichtflüchtigen intravenös verabreicht. Die erste vom Verf. aufgeworfene Frage galt der Bestimmung der minimalen (Schwellen-) Konzentrationen und Dosen obiger Narkotika, die imstande sind, eine Änderung der Reflexzeit herbeizuführen. Die Grenzkonzentrationen der chloresubstituierten Kohlenwasserstoffe wurden durch Berechnung ihres Gehalts in der eingeatmeten Luft ermittelt, die der übrigen flüchtigen Narkotika—durch Bestimmung ihres Gehalts im Blut (Art. carotis), die Schwellendosen der nichtflüchtigen Substanzen—auf Grund der gesamten verabreichten Menge. Verf. fand, dass die Schwankungsbreite der Reflexzeit bei der Einwirkung kleiner Konzentrationen und Dosen narkotischer Mittel auf den Organismus eine grössere ist als unter normalen Bedingungen; dabei besteht eine Tendenz zur Verlängerung der Reflexzeit. Die zur Beobachtung gelangenden Änderungen der Reflexzeit sind bereits bei der Einwirkung sehr geringer Mengen der Narkotika nachweisbar. Zur Beurteilung der relativen Werte der durch Änderungen der Reflexzeit nachweisbaren Schwellenkonzentrationen vergleicht Verf. diese Werte mit den Narkose und Tod herbeiführenden Men-

gen. Das Verhältnis der Schwellenkonzentration zur narkotischen ist für die einzelnen Narkotika verschieden, und zwar beträgt es für Chloroform 1:50, für Trichloraethylen 1:40, für Aethylaether 1:30, für Azeton 1:15, für Petroleumaether 1:10, für Urethan 1:40 und für Chloralhydrat 1:20.

Demnach bewahrheitet sich die Annahme des Verf., dass die Reflexzeit als Index für die Beurteilung der Erregbarkeit des Zentralnervensystems bei der Einwirkung der Narkotika verwertet werden kann.

Die zweite vom Verfasser festgestellte Aufgabe betraf das Studium der Reversibilität der Einwirkung der Narkotika auf das Zentralnervensystem. Bei den diesbezüglichen Versuchen wurden Petroleumaether und Aethylaether verwendet. Man bestimmt die Konzentration dieser Narkotika in Blut der V. jugularis um den Zeitpunkt der Rückkehr der Reflexzeit auf den Ausgangswert oder früher—nach kurzer (30 Min.) oder langdauernder (ca. 1 St.) Einwirkung der Narkotika.

Es ergab sich, dass die Wirkung der geprüften Narkotika bei kurzdauernder Einwirkung vollkommen reversibel ist, d. h. es werden nach Wiederherstellung der ursprünglichen Reflexzeit im Venenblut unerschwellige Konzentrationen des Narkotikums vorgefunden; nach langdauernder Narkose bleibt die Reflexzeit in einem gewissen Teil der Fälle verlängert, nachdem die Konzentration des Narkotikums im Venenblut bereits unter den Schwellenwert gesunken ist.

Auf Grund obiger Befunde gelangt Verf. zu dem Schluss, dass die Einwirkung der Narkotika auf das Zentralnervensystem im Prinzip eine vollkommen reversible ist, dass aber die Einwirkung des Narkotikums auf den Gesamtorganismus Komplikationen durch sekundäre Veränderungen im Zentralnervensystem verursachen kann, die eine Verzögerung der Reversibilität zur Folge haben. Es ist aber auch die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass langdauernde Narkose solche Störungen im Zentralnervensystem selbst herbeiführt, die nicht sofort rückgängig werden, nachdem sich der Organismus des zugeführten Narkotikums entledigt hat; hiermit ist um so mehr zu rechnen, als die Reflexzeit nicht als allererstes Anzeichen für die Änderungen der Erregbarkeit des Zentralnervensystems zu betrachten ist.

Zum Schluss äussert Verf. die Vermutung, dass die Bestimmung der Reflexzeit für die Aufklärung verschiedener, anderer, mit dem Allgemeinproblem der Narkose zusammenhängender Fragen von Nutzen sein wird.

МАТЕРИАЛЫ К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ

СООБЩЕНИЕ IV. ЗНАЧЕНИЕ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА В СЕКРЕЦИИ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ЛЯГУШКИ

Н. В. Тимофеев при участии М. Н. Федосеевой

Из кафедры физиологии (зав.—проф. Е. Б. Бабский) Московского государственного педагогического института

Поступила в редакцию 7.IV.1937 г.

Интерес, вызванный исследованием И. П. Павлова и Шумовой-Симановской о роли блуждающего нерва в секреции желудочных желез, был причиной постановки опытов, помимо собак, и на других животных. В том же году (1890) Axenfeld производил острые опыты с раздражением блуждающего нерва над голубями. Позднее Lebuscher и Schäfer экспериментировали на кроликах. Изучение влияния блуждающего нерва на желудочное сокоотделение низших позвоночных, повидимому, впервые было осуществлено в опытах Contegan (1892) над рептилиями. Во всех опытах, — правда, не всегда с достаточной убедительностью — авторы видели усиливающее секрецию влияние раздражения блуждающего нерва. Следует напомнить, что в этот период результаты опытов И. П. Павлова о значении блуждающего нерва в желудочном сокоотделении подвергались дискуссии, а некоторыми исследователями (Schiff) отрицались. Авторы в своих опытах над разными видами животных скорее преследовали цель обнаружения самого явления, нежели ставили задачу последовательного сравнительно-физиологического изучения. Только в последующие годы в связи с материалом, полученным в опытах над высшими животными, изучение филогенеза данного процесса стало вполне оправданным. Однако исследований в этом аспекте имеется весьма мало. Относительно вопроса о значении блуждающего нерва в сокоотделении желудочных желез лягушки имеются исследования Смирнова. Автор, вводя лягушкам через рот кусочки пробки и наблюдая при этом отделение желудочного сока, пришел к выводу, что перерезка обоих блуждающих нервов не исключает секреции желудочного сока. На основании своих опытов Смирнов отрицает участие блуждающих нервов в сокоотделении. Мы не могли, однако, считать эту работу достаточно исчерпывающей. Наш материал, изложенный в предыдущих сообщениях, показал большую сложность гуморального механизма деятельности желудочных желез лягушки и побудил к дальнейшему изучению нервной регуляции сокоотделения.

Опыты производились над лягушками *R. temporaria* и *R. esculenta*, которым накладывалась хроническая фистула желудка. Применялись стеклянные фистульные трубки. Методика операции описана в двух первых наших сообщениях и поэтому мы ее не излагаем. Условия содержания животных и способ изучения желудочного сокоотделения были теми же, что и примененные в предыдущих исследованиях.

У оперированных лягушек изучалось желудочное сокоотделение под влиянием введения химических раздражителей в лимфатические мешки до и после перерезки обоих блуждающих нервов. Далее, ставились опыты с целью устано-

вить влияние раздражения периферических отрезков блуждающих нервов. Во всех опытах блуждающие нервы перерезались после выхода из полости черепа в область угла нижней челюсти.

В первой серии наблюдений были произведены параллельные опыты над лягушками с неповрежденными блуждающими нервами и над лягушками, у которых оба нерва были перерезаны. Определенных результатов в этих опытах обнаружить не удалось. У тех и других животных латентный период желудочного сокоотделения после введения 2 см³ 2% раствора пептона колебался в пределах от 45 минут до 2 часов, количество выделенного сока — от 0,1 до 0,4 см³.

В последующих опытах над одним и тем же животным влияние перерезки блуждающих нервов обнаружилось более ясно. Во всех без исключения опытах латентный период после перерезки нервов удлинился от 20 минут до 1 часа. У большинства оперированных животных уменьшалось количество выделенного сока. Для иллюстрации приводим протокол одного из опытов.

Опыт № 28. R. esculenta, самец, вес 62 г. Все наблюдения при температуре 16—17°. Фистула желудка наложена 17.1.1935 г. 20.1 при щелочной реакции содержимого желудка в спинные лимфатические мешки введено 2 см³ 2% раствора пептона; через 55 минут реакция содержимого желудка кислая (на лакмус); за 3 часа выделено 0,3 см³ желудочного сока. 21.1 оба блуждающих нерва перерезаны. 22.1 при щелочной реакции содержимого желудка опыт с введением пептона повторен; латентный период оказался равным 1 час 45 мин., количество выделенного желудочного сока за 3 часа — 0,2 см³. 23.1 опыт с введением пептона повторен вновь; латентный период был равен 1 часу 20 мин., а количество собранного сока — 0,1 см³.

В результате опытов над 15 животными можно было прийти к выводу, что под влиянием перерезки блуждающих нервов возбудимость клеток желудочных желез понижается. Все же в ряде опытов о понижении возбудимости желез свидетельствовало только удлинение латентного периода, в то время как количество выделенного сока оставалось неизменным. Нельзя было считать описанные результаты наблюдений достаточно доказывающими регуляторное влияние блуждающих нервов на желудочное сокоотделение.

Доказательства участия блуждающих нервов в секреторном процессе были получены в опытах с раздражением периферических отрезков блуждающих нервов индукционным током (санный аппарат Дюбуа-Реймона, вторичная катушка 5 000 витков, питание от 4-вольтового аккумулятора). В противоположность результатам опытов с перерезкой нервов их раздражение стимулировало деятельность желудочных желез: латентный период был короче, а количество выделенного сока больше.

Опыты производились следующим образом. После предварительного установления сокоотделения на введение пептона под эфирным наркозом у лягушки перерезывались оба блуждающих нерва; периферические отрезки их помещались на тонкие серебряные электроды с расстоянием между ними в 3 мм; под электроды подкладывалась парафиновая бумага; нервы осторожно смачивались раствором Рингера; раздражение производилось по 5 секунд с 5-секундным отдыхом поочередно справа и слева в течение 1 часа; вначале устанавливалась сила тока, вызывавшая остановку деятельности сердца, после чего сердечные ветки блуждающих нервов перерезались, а раздражение продолжалось при том же расстоянии первичной и вторичной катушек. В течение всего времени раздражения деятельность сердца заметно не изменялась (на-глаз), животные же выживали еще в течение суток, иногда и больше (операционная рана заживалась).

Раздражение блуждающих нервов само по себе секретию желудочных желез не вызывало, но последующее введение пептона оказывало более сильное секреторное влияние, нежели в опытах до раз-

дражения. В качестве примера приводим протокол одного из таких опытов.

Опыт № 10. *R. esculenta*, самец, вес 72 г. 19.III.1935 г. наложена фистула желудка. 21.III произведен опыт с введением в спинные лимфатические мешки 2 см³ 2% раствора пептона. Латентный период 1 час. 15 мин. За 3 часа выделилось 0,1 см³ желудочного сока. 23.III произведен опыт раздражения блуждающих нервов описанным выше способом в течение 1 часа (расстояние между катушками 7 см). По окончании раздражения содержимое желудка имело щелочную реакцию. Введено 2 см³ 2% раствора пептона. Латентный период оказался равным 25 мин., за 3 часа выделилось 0,4 см³ желудочного сока.

В этом опыте (а подобные результаты были и у других 10 животных) латентный период уменьшился до 25 минут, в то время как в опыте, произведенном до раздражения блуждающих нервов, он равнялся 1 часу 15 минут. Произошло увеличение выделенного желудочного сока до 0,4 вместо 0,1 см³.

Далее, были произведены опыты раздражения блуждающих нервов через 3—6 суток после перерезки. Эти опыты лишь подтвердили описанные наблюдения, но новых данных нам не дали. Получить более длительное выживание животных после перерезки нервов не удалось.

С целью выяснения механизма влияния блуждающих нервов на деятельность желудочных желез были поставлены опыты с введением крови животных, подвергавшихся раздражению, другим контрольным животным. Над 6 животными, выжившими 3—6 суток после перерезки обоих блуждающих нервов, производились опыты раздражения нервов в течение 1 часа. По окончании раздражения извлекалась свободно вытекавшая из перерезанной правой дуги аорты кровь и разбавлялась раствором Рингера до объема 2 см³. Жидкость вводилась другой фистульной лягушке с неперерезанными блуждающими нервами, у которой реакция содержимого желудка была щелочной. В этих опытах мы наблюдали секреторный эффект.

В контрольных же опытах кровь, взятая у животного, имевшего щелочную реакцию содержимого желудка и не подвергавшегося раздражению блуждающих нервов, сокогонного влияния не вызывала.

Для иллюстрации сокогонного влияния крови после раздражения блуждающих нервов приводим протокол одного из опытов.

Протокол № 72. *R. esculenta*. 2.IV.1935 г. наложена фистула желудка. 4.IV произведена перерезка обоих блуждающих нервов. 7.IV острый опыт: перерезаны сердечные ветки, периферические отрезки блуждающих нервов подвергнуты раздражению так же, как в предыдущем опыте. После раздражения, продолжавшегося в течение 1 часа, взята кровь, вытекавшая после перерезки правой дуги аорты. Собрано около 0,5 см³ крови, к которой добавлен до объема 2 см³ раствор Рингера.

Жидкость введена контрольному животному, у которого содержимое желудка имело щелочную реакцию. Через 1 час. 20 мин. после введения реакция содержимого желудка кислая. Кислая реакция сохранялась в течение 7 часов; заметных количеств желудочного сока за это время собрано не было.

Нам кажется весьма интересным то, что у животного, подвергавшегося раздражению, отсутствовала секреторная реакция, а его кровь обладала способностью вызывать секреторный эффект у контрольного животного. Аналогичные данные в опытах над собаками с перекрестным кровообращением и регистрацией движений кишечника получили Бабский, Муликов и Харитонова. Авторы наблюдали, что при раздражении *p. vagi* в крови могут циркулировать физиологически активные вещества, возбуждающие кишечные движения у второго животного даже в тех случаях, когда у первого животного, у которого производится раздражение нерва, нет изменений кишечных дви-

жений. По всей вероятности, объяснение результатов наших опытов заключается в том, что перерезка блуждающего нерва влечет за собой чрезвычайно резкое понижение возбудимости (шок) нервно-железистого аппарата желудка. Вследствие этого желудочные железы не способны ответить нормальной реакцией на раздражение блуждающего нерва. Понижение возбудимости нервно-железистого аппарата желудка, наступающее после перерезки даже части волокон блуждающего нерва, отмечалось в нескольких работах, проведенных в лаборатории проф. Е. Б. Бабского (Скулов, Семенова), и объясняется как результат шока нервно-железистого аппарата, возникающего вследствие устранения тонизирующего желудочные железы влияния *n. vagi*.

Таким образом, описываемые опыты показали, что в крови лягушек под влиянием раздражения блуждающих нервов появляются раздражители деятельности желудочных желез. Насколько можно было видеть, не ставя специальных опытов, деятельность сердца при этом резко не изменяется. Возможно, что под влиянием раздражения блуждающего нерва физиологически-активные вещества образуются в стенке самого желудка.

Механизм влияния блуждающих нервов на деятельность желудочных желез лягушек, повидимому, очень сложен и нуждается в дальнейшем изучении, что же касается наличия регулирующего влияния, то оно в наших опытах выявилось с большой отчетливостью.

Отсутствие импульсов *n. vagi* вызывает понижение деятельности желудочных желез; под влиянием же раздражения блуждающих нервов наступает повышение способности к секреции. Создавшееся у нас вначале представление, что в нормальных условиях под влиянием блуждающего нерва осуществляется только стимулирование деятельности клеток желудочных желез, но отсутствует непосредственный секреторный эффект, в настоящее время мы не можем полностью поддерживать. Не исключена возможность (на основании нескольких ориентировочных наблюдений), что в летних условиях осуществляется непосредственно секреторное влияние. Мы предполагаем вернуться к этому вопросу в одной из будущих работ.

В ы в о д ы

1. Перерезка блуждающих нервов вызывает у лягушек понижение деятельности желудочных желез: происходит удлинение латентного периода сокоотделения и в большинстве опытов уменьшение количества выделенного сока. Желудочное сокоотделение вызывалось введением химических раздражителей (пептон).

2. Раздражение периферических отрезков блуждающих нервов (после перерезки сердечных ветвей) индукционным током вызывает повышение секреторной деятельности (укорочение латентного периода и увеличение количества выделенного сока).

3. В зимних наблюдениях непосредственный секреторный эффект раздражения блуждающих нервов отсутствует.

4. Кровь лягушек после раздражения блуждающих нервов содержит активные вещества, вызывающие желудочное сокоотделение у контрольных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев при участии Букреевой и Горшенина, Физиол. ж. СССР, 21, в. 4.—2. Тимофеев при участии Тарховой, Физиол. журн. СССР, XXIII, в. 1.—3. Тимофеев при участии Гончаровой, там же.—5. A xenfeld, Atti e rendic. della Accad. med. chir., 1890.—5. Lebuscher u. Schäfer, Centralbl. f. inner. Med.,—

6. Contegan, Thèse de Paris, 1892 (цитир. по Ушакову, диссерт., СПб, 1896).—7. Пятницкий и Алексеева, Ж. exper. биол. и мед., 14., № 40, 1930.—8. Бабский, Муликов и Харитонов, Бюлл. exper. биол. и мед., 2, в. I, 1936.—9. Семенова, Арх. биол. наук, 44, в. 2, 1936.—10. Скулов, Арх. биол. наук, 45, в. 3, 1937.

MATERIALIEN ZUR VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE DER VERDAUUNG

MITTEILUNG 4. ÜBER DIE ROLLE DES VAGUS IN DER SEKRETION DER MAGENDRÜSEN DES FROSCHES

N. B. Timofeev unter Mitarbeit von M. N. Fedosseewa

Aus d. Physiologischen Laboratorium (Vorst.: Prof. E. B. Babsky)
d. Pädagogischen Instituts, Moskau

Die Versuche wurden an Fröschen mit chronischen Magen fisteln ausgeführt (Fistelröhrchen aus Glas). Die Sekretion von Magensaft wurde durch Einführen von 2 ccm 2% Peptonlösung in die Rückenlymphsäcke ausgelöst. Es wurde die Sekretion der Magendrüsen vor und nach Durchschneidung der beiden Vagi (beim Austritt aus der Schädelhöhle in der Nähe des Winkels des Unterkiefers) beobachtet; ferner wurde die Absonderung von Magensaft nach Reizung der peripherischen Vagusstümpfe mit Induktionsstrom während 1 Stunde (Herzäste durchschnitten) beobachtet. Es wurde die safttreibende Wirkung von Blut festgestellt, das einem Frosch nach Vagusreizung entnommen war. Auf Grund der Versuchsergebnisse werden folgende Schlüsse gezogen.

1. Durchschneidung der Vagi führt beim Frosch zu einer Herabsetzung der Tätigkeit der Magendrüsen; es kommt zu einer Verlängerung der Latenzperiode und in der Mehrzahl der Versuche zu einer Abnahme der abgesonderten Saftmenge.

2. Reizung der peripherischen Vagusstümpfe hat eine Erhöhung der sekretorischen Tätigkeit zur Folge (Verkürzung der Latenzperiode und Zunahme der abgesonderten Saftmenge).

3. In den im Winter ausgeführten Versuchen blieb die direkte sekretorische Wirkung der Vagusreizung aus.

4. Nach Reizung der Vagi enthält das Blut des Frosches aktive Substanzen, die bei Kontrolltieren eine Erhöhung der Magensaftsekretion auslösen.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОГА РАЗДРАЖЕНИЯ

Г. Иванов

Поступила в редакцию 1.II.1937 г.

Академик В. Я. Данилевский в своем двухтомном исследовании 1900—1901 гг. ясно показал, что в числе многих факторов, обуславливающих раздражение, находится и электромагнитное поле.

Представляло интерес установить, в каких пределах напряженностей лежит порог раздражения нервно-мышечного препарата лягушки

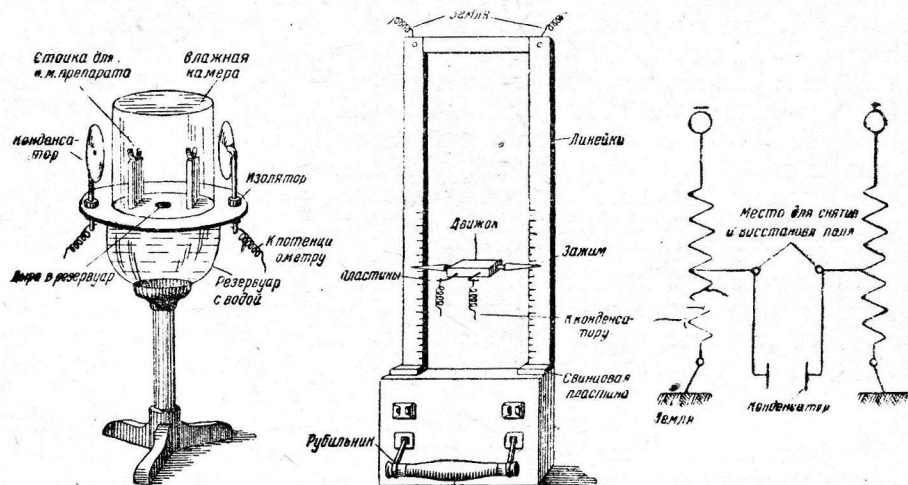


Рис. 1

в этих полях. Исследования производились в постоянных электрических полях, получаемых между обкладками конденсатора; такого рода поля более пригодны для указанных целей, чем переменные поля, получаемые от индукционной катушки акад. В. Я. Данилевским.

От электрофорной машины, дающей напряжение около 2500 V, подводился ток к высоковольтному рубильнику и потенциометру, укрепленному на эбонитовом щитке. Потенциометр был сделан из 2-метровых деревянных линеек, между которыми двигался эбонитовый движок, имеющий с боков плотно обхватывающие линейки, металлические зажимы. Зажимы в теле движка соединялись перпендикулярно с двумя пластинами, от которых шли к конденсатору мягкие провода. Пластины конденсатора имели в диаметре 6 см, а расстояние между ними было 12 см. Для того чтобы снять или восстановить поле, в первом случае опускался толстый медный провод (прерыватель) на пластины движка, а во втором — снимался. Прерыватель для лучшей работы с ним имел в середине эбонитовую ручку и заземлялся. Вершины линеек потенциометра для жесткости соединялись деревянной планкой и тоже заземлялись. Поля, получаемые между обкладками конденсатора, однородны и напряженность их можно было регулировать довольно плавно в больших пределах: передвигая движок по линейкам потенциометра снизу вверх.

Столбик—эбонитовый, с деревянной крышкой, в которую вделаны высоковольтные изоляторы. В гнезда изоляторов вставлялись пластины конденсаторов, а

снизу к ним подводился от потенциометра ток. Между пластинами устанавливались 2 эбонитовые стойки с зажимами, не имеющими металлических частей, для нервно-мышечного препарата. Стойки и препарат накрывались стеклянной цилиндрической банкой, служащей влажной камерой, таким образом, чтобы она тоже находилась между конденсатором на некотором расстоянии от пластин. В банке имелась дырочка, через которую пропускалась шелковая нить для записи сокращений. Запись производилась обычным порядком. Все металлические части заземлялись. Измерения разностей потенциалов на обкладках конденсатора производились особо для этой цели проградированным электроскопом Брауна. Нервно-мышечный препарат укреплялся так, чтобы нерв его свободно висел в воздухе между стойками, касаясь зажимов только позвонком и косточкой. Мышца привязывалась за ахиллово сухожилие, вытягивалась шелковой нитью перпендикулярно нерву, и тоже висела в воздухе.

Направление нерва совпадало с направлением силовых линий поля и шло по линии центра пластин конденсатора.

По данным наших опытов, параллельное расположение нерва относительно силовых линий является наиболее эффективным. При достаточно больших пластинах конденсатора сокращения мышцы не наблюдались, когда нерв располагался перпендикулярно силовым линиям, т. е. строго параллельно пластинам. Объясняется это тем, что в таком направлении нерв идет по эквипотенциальным поверхностям и между различными точками нерва нет падения потенциала, а поле достаточно однородно. Стоит вынести нерв немного за обкладки конденсатора, где поле теряет свою однородность и эквипотенциальные поверхности изгибаются, как мышца начинает сокращаться. Сокращения не наблюдались и тогда, когда постоянное поле оставалось неизменяющимся, несмотря на то, что на обкладках конденсатора устанавливался предел напряжения, доступный установке. Стоило, однако, только на пластины движка опустить прерыватель, как происходило резкое сокращение мышцы. Вводя постепенно сопротивление потенциометра и каждый раз в новых положениях движка снимая поле, можно было наблюдать сокращение мышцы, причем чем больше введенное сопротивление, тем слабее сокращение. Наконец, в некоторой точке потенциометра сокращения прекращались. Электроскоп, включенный в цепь конденсатора, все время показывал уменьшение разностей потенциалов. Из сказанного ясно, что в качестве раздражителя действует снятие электрического поля.

Снятие и восстановление электрического поля сопровождаются возникновением замкнутых магнитных силовых линий, перпендикулярных электрическим. Таким образом, можно считать, что электромагнитный процесс, сопровождающий снятие постоянного электрического поля, т. е. электромагнитное поле, вызывает сокращение мышцы. Восстановление поля не вызывало сокращений мышцы, несмотря на то, что давался предел напряженности приблизительно 2000 V на 1 см. Необходимо было выяснить: 1) будет ли вообще сокращаться мышца при восстановлении поля; 2) какие напряженности нужны для этого; 3) можно ли добиться сокращения в доступных для данной установки напряженностях, возможно больше увеличив резкость восстановления поля.

Вопрос резкости снятия поля играет, как мы увидим, большую роль. Укрепляя прерыватель на линейках потенциометра и быстро передвигая последний до соединения с прерывателем, можно, наблюдая за стрелкой электроскопа и временем, заметить как стрелка описывает следующую кривую (рис. 2): по оси абсцисс отложено время, а по оси ординат — напряжения. За время передвижения движка от 16 000 до 4 000 V сокращений не было, так как время, в течение которого изменялось поле, было сравнительно большим. Сброс кривой соответствует падению стрелки электроскопа при снятии поля и

сокращению мышцы в тот момент, когда движок касался прерывателя. Приложенные ниже миограммы показывают, как изменяется величина сокращения при одной и той же напряженности поля, т. е. очень резко.

Из сказанного вытекает, что величина сокращения зависит от резкости снятия поля.

Работая потенциометром, снятие поля нужно производить после потенциометра, а не перед ним, так как, вследствие большого включенного сопротивления, поле снимается медленно и условия резкости снятия его не соблюдаются.

В своей работе акад. Данилевский и А. М. Воробьев показали, что быстропеременные поля повышают возбудимость нерва и понижают порог раздражения. Это важно было выяснить и для постоянных полей. В течение 20—30 минут после приготовления нервно-мышечного препарата могут происходить ко-

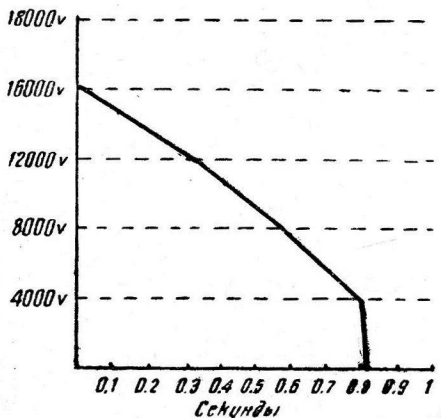


Рис. 2

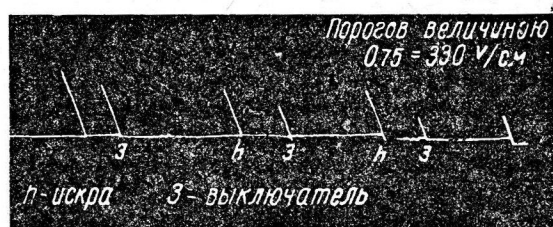


Рис. 3

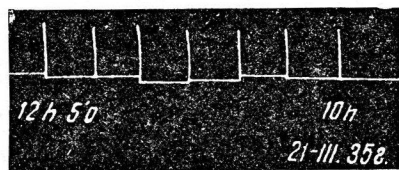


Рис. 4

лебания, пока не установится порог, который затем держится в течение нескольких часов, если соблюдены следующие условия:

Протокол от 21.III.1935 г. (рис. 4)

Напряженность поля в V на 1 см	В р е м я	П р и м е ч а н и е
0.75—250	10 час.	Обозначения: 0,75—соответствуют отклонению электроскопа при 3 000 V, что дает напряженность 250 V на 1 см
0.75—250	10 » 10 мин.	
0.75—250	10 » 20 »	
0,75—250	10 » 35 »	
0,75—250	11 » 10 »	
0.75—250	12 » 40 »	
0.75—200	12 » 50 »	

1. Следует возможно реже снимать поле, не повторяя много раз в течение короткого времени ударов прерывателем.

2. Удары должны быть редкими, с большими перерывами (до 2 минут и больше). Если эти условия не соблюдаются и удары следуют один за другим в течение очень короткого времени, то через

15—20 минут возбудимость нерва повышается и порог понижается. Это соответствует картине, описанной акад. Данилевским для переменных полей.

Чтобы показать, что в основе раздражения лежит напряженность (градиент) поля, а не разность потенциалов на обкладках конденсатора, был проделан следующий опыт.

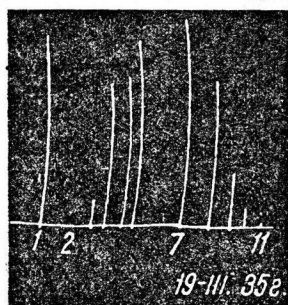


Рис. 5

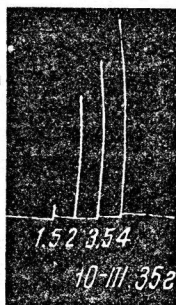


Рис. 6

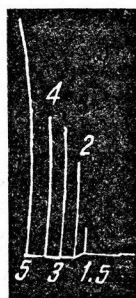


Рис. 7

Устанавливалось напряжение, равное 11 300 V, которое во все время опыта оставалось строго постоянным. Это напряжение при стандартном расстоянии пластин конденсатора (12 см) давало напря-

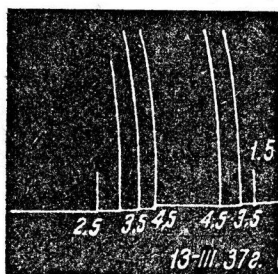


Рис. 8



Рис. 9

женность поля 940 V на 1 см. При этой напряженности поля производилась запись мышечного сокращения (линия 1 рис. 5). Затем, обкладки конденсатора раздвигались до 30 см, что соответствовало напряженности 377 V на 1 см. Точка вместо линии 2 указывает, что при данной напряженности поля сокращения нет, хотя разность потенциалов осталась прежней (11 300 V). Все линии до 7 включительно получались, когда пластины сближались вплоть до 11 см, т. е. напряженность увеличивалась, а с линии 7 и до 11—когда пластины раздвигались до 30 см и напряженность поля уменьшалась. Зависимость величины сокращения от величины напряженности поля показывают рис. 6, 7 и 8.

Обозначения, поставленные внизу миограмм, соответствуют следующим напряженностям поля:

1,5—330 V на 1 см;	3,5—675 V на 1 см
2 —370 » » 1 »	4 —750 » » 1 »
2,5—390 » » 1 »	4,5—870 » » 1 »
3 —530 » » 1 »	5 —490 » » 1 »

Плавное изменение напряженностей не всегда и не по всей шкале напряженностей дает плавное увеличение сокращений; оно происходит как бы скачкообразно. В некоторых интервалах шкалы величина сокращений остается постоянной. Необходима некоторая доза напряженности, чтобы происходило увеличение сокращений, и эта доза, и место ее в шкале для различных нервов различны. Об этом хорошо говорят в рис. 8 линии 1,5—2,5 и 3,5—4,5.

Наибольшая величина мышечного сокращения получается, если препарат находится между противоположно заряженными обкладками конденсатора (рис. 9). Если одна из пластин заземляется или совершенно снимается, то величина мышечного сокращения снижается и достигает наименьшей величины при одной снятой пластине.

При соблюдении условий резкости снятия поля и редких одиночных ударов с большими перерывами были получены следующие пороговые числа:

Таблица 1

№ по пор.	Разность потенциалов в V	Напряженность в V на 1 см.	Средняя округленная напряженность в V на 1 см	№ по пор.	Разность потенциалов в V	Напряженность в V на 1 см	Средняя округленная напряженность в V на 1 см
1	4 000	333	330	25	4 700	390	390
2	3 800	320	320	26	4 700	390	390
3	4 000	333	330	27	4 000	333	330
4	4 000	333	330	28	4 200	350	350
5	3 500	292	290	29	4 200	350	350
6	4 000	333	330	30	3 350	297	300
7	4 000	333	330	31	5 350	447	450
8	5 000	417	420	32	4 700	390	390
9	1 760	146	150	33	5 350	447	450
10	3 100	258	260	34	4 550	380	380
11	3 100	268	260	35	1 980	167	170
12	2 200	183	180	36	4 240	353	350
13	4 000	333	330	37	2 650	220	220
14	4 000	333	330	38	2 650	220	220
15	4 000	333	330	39	4 000	333	330
16	4 700	390	390	40	3 400	258	260
17	4 400	366	370	41	3 100	258	260
18	4 400	366	370	42	4 700	390	390
19	4 400	366	370	43	4 700	390	390
20	4 700	390	390	44	4 400	366	370
21	4 700	390	390	45	2 200	183	180
22	4 000	330	330	46	4 400	366	370
23	4 700	390	390	47	4 400	366	370
24	4 400	366	370	48	4 400	366	370

Напряженность поля порога раздражения, как видно из таблицы, колеблется от 150 до 450 V на 1 см.

При определении порогов нужно следить за тем, чтобы нервно-мышечный препарат не касался проводников, которые соединяли бы его с землей или другими какими-либо емкостями, так как заземление понижает порог раздражения (табл. 2) и повышает величину мышечного сокращения по сравнению с нормальным, незаземленным сокращением (рис. 8).

Таблица 2

№ по пор.	Разность потенциалов при нормальном пороге в V	Напряженность в V на 1 см при нормальном пороге	Разность потенциалов при заземлении (порог) в V	Напряженность в V на 1 см при заземлении (порог)
1	4 700	390	640	53
2	4 000	330	640	53
3	4 700	390	540	45
4	4 400	390	800	67

На основании изложенных наблюдений можно сделать следующие выводы:

1. Постоянное поле раздражения не вызывает.
2. Раздражение вызывает снятие электрического поля, т. е. электромагнитное поле.
3. Действие тем больше, чем резче снимается поле.
4. Порог устанавливается через 20—30 минут.
5. Порог зависит от величины напряженности поля и лежит в пределах напряженности от 150 до 450 V на 1 см. Максимум падает на напряженности от 300 до 400 V на 1 см.
6. Величина мышечного сокращения зависит от величины напряженности поля.
7. Заземление повышает величину мышечного сокращения и понижает порог раздражения до 45 V на 1 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Я. Данилевский, Исследование над физиологическим действием электричества на расстоянии (Харьков), ч. I, 1900.—2. В. Я. Данилевский, Исследование над физиологическим действием электричества на расстоянии (Харьков), ч. 2, 1901.—3. В. Я. Данилевский, А. Воробьев, Врач. дело, Харьков, 1837, 1928.—4. Ф. П. Петров, Действие электромагнитного поля на состояние возбудимости нерва. Сборник 3-й. Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы, 1929.

BESTIMMUNG DER ZUR ERREICHUNG DER ERREGUNGSSCHWELLE BENÖTIGTEN SPANNUNG DES ELEKTROMAGNETISCHEN FELDES

G. Iwanow

1. Durch konstantes Feld wird keine Erregung hervorgerufen.
2. Erregung wird durch Aufheben des elektrischen Feldes, d. h. durch Auftreten des elektromagnetischen Feldes ausgelöst.
3. Die Wirkung ist um so grösser, je steiler das Feld aufgehoben wird.
4. Die Schwelle stellt sich nach 20—30 Min. ein.
5. Die Schwelle ist von dem Spannungsgefälle des Feldes abhängig und liegt innerhalb der Grenzen von 150 V/cm bis 450 V/cm Spannungsgefälle. Das Maximum wird bei 300 V/cm bis 400 V/cm Spannungsgefälle erreicht.
6. Die Grösse der Muskelkontraktion ist von dem Spannungsgefälle des Feldes abhängig.
7. Durch Erdung wird die Grösse der Muskelkontraktion erhöht und die Reizschwelle auf 45 V/cm herabgesetzt.

ГЛЮТАТИОН КРОВИ ПРИ НЕКОТОРЫХ АНОКСЕМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

К. С. Косяков

Из биохимической лаборатории П отдела НИИСи РККА (нач. института Е. Г. Могилевич, нач. отд. Д. И. Шатенштейн)

Поступила в редакцию 23.IX.1936 г.

Вопрос о механизме компенсации аноксемических состояний имеет большое теоретическое и практическое значение.

Динамика изменений содержания в организме глутатиона как соединения, обладающего способностью поддерживать анаэробное дыхание при помощи дегидрирования, может служить до известной степени показателем хода компенсации при аноксемии. При этом особый интерес представляет содержание глутатиона в каждом эритроците (коэффициент *Gabbe*), так как неучет количества эритроцитов, в которых глутатион находится, может привести к неправильным представлениям при состоянии, когда количество эритроцитов изменено. В литературе имеется ряд работ, посвященных глутатиону при состояниях недостаточного снабжения кислородом. Так, Волин и Кролюницкая (1), исследуя глутатион у анемиков, обнаружили у них увеличение коэффициента *Gabbe*. Если у здоровых коэффициент *Gabbe* колеблется в пределах 5,3—9,3, то у анемиков он вырастает иногда до 15,37, количество же глутатиона может при этом быть нормальным или пониженным в зависимости от количества эритроцитов. *Pickard, Rawson и Marsden* (2) при быстрых кровопотерях обнаружили падение содержания глутатиона в крови, но отметили, что он возвращается к норме быстрее, чем эритроциты и гемоглобин. Количество глутатиона не следует колебаниям числа и объема эритроцитов и количества гемоглобина. Иначе говоря, при острой анемии авторы обнаружили рост коэффициента *Gabbe*. По *Gabbe* (3), при искусственной анемии у кролика (кровопускание или отравление фенилгидразином) коэффициент значительно возрастает. То же обнаружено было при понижении парциального давления кислорода *Binet и Barbet* (4) на изолированном легком, жизнедеятельность которого поддерживалась перфузией крови: при вентиляции азотом через 1 час был получен резкий рост восстановленного глутатиона в эритроцитах, при вентиляции же чистым кислородом — падение глутатиона. *Blanchetiere, Binet Mélon* (5) в опытах на собаках обнаружили резкий рост восстановленного глутатиона в артериальной крови после асфиксии вследствие механической обтурации трахеи; при гипервентиляции (большой подаче воздуха через аппарат для искусственного дыхания) наступило небольшое снижение количества восстановленного глутатиона (до сныта 16,2, после асфиксии 38,7, после гипервентиляции 14,3).

Гиндес (6) у больных, страдающих стенозом гортани вследствие опухоли или склероза, обнаружил значительное повышение общего восстановленного глутатиона, коэффициент *Gabbe* и падение окисленного глутатиона.

При ацидозе, вызванном у морской свинки вдыханием в течение нескольких часов смеси O_2 с 5% CO_2 , Robles Soldewilla (7) обнаружил, наряду со снижением pH крови, рост глутатиона крови. Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что при аноксемиях различного происхождения наблюдается рост глутатиона.

При мышечной работе мы также вправе ожидать сдвигов в содержании глутатиона. Палладин и его сотрудники (10) обнаружили при тяжелой работе нарушения в окислительно-восстановительных процессах, сказывающиеся на росте содержания восстановленного и падении содержания окисленного глутатиона, общее же количество глутатиона не изменилось. Харит и Хаустов (11) на *m. gastrocnemius* собаки показали, что при раздражении током содержание глутатиона в мышце растет, а в крови падает, т. е. мышцы накапливают глутатион.

Для исследования глутатиона мы использовали иодометрические методы Woodward и Fry (8) и Okuda и Ogawa, приспособив их к условиям работы на здоровых людях, у которых взятие крови из вены представляет большие затруднения. Мы брали для исследований вместо 3 см³ крови 1 см³, а в некоторых случаях даже 0,5 см³, причем получили вполне удовлетворительные результаты, совпадающие с величинами, определенными одновременно в 3 см³ той же крови. Кровь для исследования бралась из пальца.

При исследовании 25 здоровых людей мы обнаружили средние цифры для общего глутатиона крови 40,68 мг%, для восстановленного 34,66 мг% и для окисленного 6,02 мг%. Эти цифры соответствуют литературным данным. При этом количество всех форм глутатиона несколько больше у мужчин, чем у женщин, зато отношение восстановленного и общего глутатиона к количеству эритроцитов, т. е. содержание отдельных форм его в каждом эритроците, больше у женщины.

Для изучения состояний, при которых подача кислорода тканям по тем или иным причинам недостаточна, мы исследовали случаи острых анемий вследствие кровопусканий; кроме того, мы поставили ряд опытов с уменьшением и прекращением подачи воздуха — опыты со сдавливанием трахеи и ряд опытов с физической работой как фактором, предъявляющим повышенный спрос к кислороду. Для создания условий, ухудшающих подачу кислорода во время работы, мы пользовались противогазом.

Опыты с кровопусканием

Постановка опытов была следующая. Животное привязывалось к столу, обнажались бедренные сосуды, в артерию вставлялась канюля. Кровь для анализа бралась до кровопускания. Затем в мерный цилиндр выпускалась кровь с учетом веса животного и общего количества крови (которое мы принимали за $\frac{1}{13}$ веса тела). После кровопускания производилось второе определение глутатиона.

Опыт № 1. Выпущено 55% крови. Проба венозной крови взята через 15 минут, через 20 минут животное погибло (табл. 1).

Как видно из табл. 1, смертельное кровотечение дало падение всех показателей, причем упал также и коэффициент Gabbe.

Опыт № 2. Выпущено 60% крови. Исследовалась артериальная кровь (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в опыте, когда собака выжила, уже через 15 минут наблюдалось увеличение коэффициента Gabbe, а общее количество глутатиона в крови через 3 часа поднялось, несмотря на прогрессивное падение эритроцитов (разжижение крови притоком тканевой жидкости).

Таблица 1

	До крово- пускания	Через 15 минут по- сле крово- пускания
Гемоглобин	71	64
Эритроциты (в сотнях тысяч) . .	45,90	38,30
Общий глютацион в мг%	38,58	26,08
Восстановленный глютацион в мг%	36,41	26,08
Окисленный глютацион в мг% . .	2,17	0
Коэффициент Gabbe	7,9	6,8

Таблица 2

	До кро- вопус- кания	После кровопу- скания	
		через 15 ми- нут	через 3 часа
Гемоглобин	70	61	54
Эритроциты (в сотнях тысяч) . .	49,10	40,30	37,40
Общий глютацион в мг%	51,84	40,76	58,67
Восстановленный глютацион в мг%	44,02	39,09	43,47
Окисленный глютацион в мг%	7,82	1,67	15,20
Коэффициент Gabbe	8,9	9,7	11,6

Опыт № 3. Собака весом 10,6 кг. Выпущено 350 см³ крови. Смерть через 35 минут после кровопускания (табл. 3).

Таблица 3

	До кровопу- скания		Через 30 минут после кровопу- скания		Веноз- ная кровь через 10 минут после смерти
	артери- альная кровь	венозная кровь	артери- альная кровь	венозная кровь	
Эритроциты (в сотнях тысяч) . .	54,40	52,80	25,20	27,80	16,20
Общий глютацион в мг%	35,84	32,60	27,17	30,43	29,89
Восстановленный глютацион в мг%	32,72	31,52	22,28	26,86	17,92
Окисленный глютацион в мг% . .	2,12	1,08	4,84	3,57	11,97
Коэффициент Gabbe	6,2	5,9	8,8	9,3	11,0
Резервная щелочность	39,5	41,4	25,2	26,2	19,5

В этом опыте мы видим также рост глютациона в каждом эритроците, причем особой разницы между артериальной и венозной кровью нет.

Следующий опыт с кровопусканием был поставлен с таким расчетом, чтобы посмотреть детально динамику глютациона при серьез-

Таблица 4

	До крово- пускания		После кровопускания							
			через 5 минут		через 50 минут		через 110 минут		через 245 минут	
	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь
Эритроциты (в сотнях тысяч)	55,40	55,00	53,60	53,20	41,70	41,60	39,30	39,10	46,70	46,90
Общий глюта- тион в мг%	43,47	—	40,76	39,67	38,59	40,76	35,87	35,30	38,04	35,30
Восстановленный глютатион в мг%	27,71	—	28,26	30,43	30,43	27,17	28,26	31,52	23,61	29,31
Окисленный глю- татион в мг%	15,76	—	12,50	9,24	8,16	13,59	7,61	3,78	5,43	5,99
Коэффициент Gabbe	5,0	—	5,3	5,7	7,3	6,5	7,2	8,1	7,0	6,2
Резервная ще- лочность	39,5	38,5	30,0	29,0	30,9	29,0	32,8	30,9	36,6	34,7

(Продолжение табл. 4)

	После кровопускания								Агония	
	через сутки		через 30 минут		через 90 минут		через 210 минут			
	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь
Эритроциты (в сотнях тысяч)	45,40	45,10	37,40	37,50	30,10	29,90	25,10	24,70	22,80	19,80
Общий глутатион в мг%	32,61	35,32	39,12	45,11	—	—	44,57	39,12	39,12	43,48
Восстановленный глутатион в мг%	29,34	35,32	33,69	38,04	39,67	38,04	43,48	39,12	39,12	33,69
Окисленный глутатион в мг%	2,27	0,3	5,43	7,07	—	—	1,09	0	0	9,79
Коэффициент Gabbe	6,4	7,8	9,0	10,1	13,1	12,7	17,3	15,8	17,1	17,0
Резервная щелочность	39,5	38,5	30,9	29,0	27,1	26,2	25,2	23,2	15,7	11,8

ном, но несмертельном кровопускании, а затем на этом фоне путем повторного кровопускания, ведущего к смерти, изучить дальнейшие изменения.

Опыт № 4. Собака весом 12 кг. Выпущено 300 см³ крови (около 30%). Самочувствие удовлетворительное. Через 4 часа рана зашита. На другой день самочувствие хорошее. Собака вновь взята в опыт. Выпущено еще 200 см³ крови. Самочувствие плохое, но в течение 3,5 часов стабильное. После этого выпущено еще 200 см³. Смерть через 10 минут. Табл. 4 иллюстрирует этот опыт.

Таким образом, вся серия опытов с кровопусканиями приводит к выводу, что содержание глютатиона в этих случаях ясно возрастает.

В следующей серии опытов асфиксия вызывалась пережатием трахеи.

Опыты ставились следующим образом. Обнажалась и перерезалась трахея, в нее ввязывалась канюля с резиновой трубкой, на которую накладывался кишечный жом. Варируя сжатие жома, можно было произвольно больше или меньше изменять просвет трахеи. Часть опытов ставилась с асфиксией на вдохе и выдохе, другая — с асфиксией на вдохе, для чего вставлялся клапан Цунца и пережималась трубка вдоха, трубка выдоха оставалась свободной.

Опыты № 1 и 2 иллюстрируют результаты асфиксии при сдавлении трахеи на вдохе и выдохе.

Опыт № 1

Таблица 5

Венозная кровь	До сдавления	После сдавления		Полная остановка дыхания, бьется сердце
		через 1 час	через 1,5 часа	
Эритроциты (в сотнях тысяч)	42,40	43,90	43,60	48,30
Общий глютатион в мг%	19,02	31,52	35,86	35,86
Восстановленный глютатион в мг%	18,47	29,34	26,86	26,86
Окисленный глютатион в мг%	0,55	2,18	9,00	9,00
Коэффициент Gabbe	4,3	6,6	6,2	5,5
Резервная щелочность	40,0	57,6	62,4	56,7

Опыт № 2

Таблица 6

	До сдавления		После 35 минут сдавления трахеи наполовину		После еще 40 минут сдавления трахеи на три четверти		Остановка дыхания. После полного сдавления трахеи сердце не бьется	
	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь	венозная кровь	артериальная кровь
Эритроциты (в сотнях тысяч)	—	45,10	—	43,90	—	40,60	—	38,90
Общий глютатион в мг%	35,32	39,15	38,04	38,04	35,53	35,53	38,04	40,76
Восстановленный глютатион в мг%	35,32	35,32	38,04	38,04	34,78	34,78	32,61	36,95
Окисленный глютатион в мг%	0	3,81	0	0	0,75	0,75	5,43	3,81
Коэффициент Gabbe	—	7,8	—	8,6	—	8,5	—	9,5
Резервная щелочность	46,2	44,3	38,5	36,6	46,2	40,4	5,38	61,4

Как видно из этих таблиц, в случаях асфиксии на вдохе и выдохе наблюдаются рост коэффициента Gabbe, рост окисленного глутатиона и резервной щелочности.

Асфиксия только на вдохе иллюстрируется опытами 3 и 4.

Таблица 7

Опыт № 3

	До сдавления	После сдавления		
		через 1 час	через 2 часа	остановка дыхания, сердце не бьется
Эритроциты (в сотнях тысяч)	52,60	52,00	53,40	54,90
Общий глутатион в мг%	61,41	64,13	63,04	81,52
Восстановленный глутатион в мг%	44,56	59,78	59,78	65,21
Окисленный глутатион в мг%	16,85	4,35	3,26	16,31
Коэффициент Gabbe	8,4	11,5	11,2	11,9
Резервная щелочность	35,7	46,2	48,1	38,5

(Продолжение таблицы 7)

Опыт № 4

	До сдавления	Через 1 час после сдавления	Остановка дыхания после полного сдавления
Эритроциты (в сотнях тысяч)	49,00	51,00	54,20
Общий глутатион в мг%	58,69	55,97	60,86
Восстановленный глутатион в мг%	38,58	47,82	57,06
Окисленный глутатион в мг%	20,11	8,15	3,80
Коэффициент Gabbe	7,9	9,4	10,5
Резервная щелочность	35,7	43,3	44,3

Как видно из этих опытов, асфиксия на вдохе дает также рост коэффициента Gabbe и резервной щелочности, окисленный же глутатион падает. Для создания условий, затрудняющих окислительные процессы, мы поставили еще опыты с включением на вдохе и выдохе вредного пространства. Для этого на канюлю надевалась еще добавочная трубка емкостью 250 см³, что для собаки является большим объемом.

Опыты № 5 и 6 иллюстрируют полученные результаты.

Таблица 8

Опыт № 5

	До сдавления	Через 20 минут после включения вредного пространства	Через 20 минут после перерыва и последнего включения на 26 минут вредного пространства
Эритроциты (в сотнях тысяч)	51,00	52,10	49,90
Общий глутатион в мг%	45,11	51,08	53,25
Восстановленный глутатион в мг%	40,76	46,74	47,82
Окисленный глутатион в мг%	4,35	4,34	5,43
Коэффициент Gabbe	8,0	8,9	9,6
Резервная щелочность	40,4	48,1	41,4

(Продолжение таблицы 8)

Опыт № 6

	До сдавления	После 40 минут включения вредного пространства
Эритроциты (в сотнях тысяч) . . .	42,10	43,50
Общий глютацион в мг%	49,45	49,45
Восстановленный глютацион в мг%	43,48	43,48
Окисленный глютацион в мг%	5,97	5,97
Коэффициент Gabbe	10,3	10,0
Резервная щелочность	41,4	44,3

Как видно, включение вредного пространства в опыте № 5 вызвало ясные сдвиги в резервной щелочности и коэффициенте Gabbe, который продолжал нарастать и после отдыха и второго включения вредного пространства. Опыт же № 6 не дал сколько-нибудь четких изменений, несмотря на 40-минутное дыхание с вредным пространством. Препятствие, очевидно, компенсировалось, что видно и по тому, что резервная щелочность выросла в этом опыте значительно меньше, чем в опыте № 5. Резюмируя всю эту серию опытов, мы видим, что при асфиксии происходит также мобилизация глютационной системы.

Последняя серия опытов, проведенных нами, относится к физической работе.

Мы ставили опыты на здоровых молодых людях, которые совершали марш на тротуаре со скоростью 6,1 км в час с выкладкой (военное снаряжение) весом в 22 кг; длительность марша 1 час, в середине его бег 5 минут скоростью 11 км в час. Другая группа опытов состояла в 5-минутном беге без марша. Кровь исследовалась до и после работы.

Таблица 9

№ по пор.	Испытуемый и характер опытов	Эритроциты (в сотнях тысяч)		Общий глютацион в мг%		Восстановленный глютацион в мг%		Окисленный глютацион в мг%		Коэффициент Gabbe	
		до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы
1	С-в; бег 5 минут . . .	40,40	42,00	40,76	40,76	34,79	34,79	5,97	5,97	8,6	8,2
2	К-ко; бег 5 минут . . .	42,90	48,60	55,29	6,95	48,91	51,84	6,38	10,11	11,4	10,7
3	Л-в; бег 5 минут . . .	41,30	42,40	34,79	35,68	34,79	27,71	0	17,37	8,4	6,5
4	Б-б; марш 1 час . . .	40,70	43,30	52,17	54,30	52,17	48,91	0	5,39	12,5	11,2
5	Б-б; марш 1 час . . .	39,40	40,80	51,84	52,15	50,00	52,15	1,84	0	12,6	10,3
6	Р-ко; марш 1 час . . .	41,00	43,20	39,18	43,48	31,52	36,41	7,66	7,07	77	84
7	Р-ко; марш 1 час . . .	44,40	44,90	32,60	33,69	30,97	31,52	1,63	2,17	6,9	7,0

На прилагаемой табл. 9 представлены результаты этих опытов. Как видно из таблицы, наблюдается рост эритроцитов после марша и бега. Общий глютацион вырос в 6 из 7 случаев, восстановленный глютацион в 4 опытах вырос, в 2 упал и в 1 остался без изменений. Коэффициент Gabbe в 5 случаях упал, в 1 вырос и в 1 остался без изменений. Таким образом, если судить по коэффициенту, содержание глютациона в эритроците после физической работы падает.

Аналогичные опыты, но с работой в противогазе, дающем 30 мм сопротивления, при вентиляции в 30 л в 1 минуту дали следующие результаты.

Таблица 10

	Эритроциты (в сотнях тысяч)		Общий глутатион в мг%		Восстановленный глутатион в мг%		Окисленный глутатион в мг%		Коэффициент gabbe	
	до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы	до работы	после работы
Испытуемый Р-ко; марш 1 час	49,30	44,10	39,67	41,92	32,11	39,60	7,63	2,32	6,5	8,9
	40,70	42,10	32,60	41,92	31,52	31,52	1,08	8,40	7,7	7,5
	42,00	43,40	48,91	46,74	44,50	44,50	4,35	2,18	10,6	10,2
Испытуемый В-б; марш 1 час	41,00	44,10	38,01	45,67	34,78	40,21	3,26	5,46	8,4	9,1
	33,40	36,00	36,97	51,08	31,52	41,30	5,45	9,78	8,0	11,2
	40,70	43,80	43,48	58,67	38,04	43,48	5,44	15,19	9,3	9,9

Рассматривая эту таблицу, мы видим довольно пеструю картину: у испытуемого Р-ко в общем сдвиги не представляют собой какой-либо закономерности, испытуемый же В-б, менее тренированный и труднее переносивший нагрузку, дает четкую картину роста всех форм глутатиона и роста коэффициента.

Динамика глутатиона после опытов с бегом в течение 5 минут в противогазе представлена на прилагаемой таблице.

Таблица 11

Испытуемый		Эритроциты в сотнях тысяч	Общий глутатион в мг%	Восстановленный глутатион в мг%	Окисленный глутатион в мг%	Коэффициент Gabbe в мг%
Из-ов	До бега	42,20	26,08	25,00	1,08	5,9
	После бега	43,80	32,60	29,89	2,71	6,8
	Через 1 час после бега	42,40	32,60	31,52	1,08	7,4
Пр-н	До бега	50,20	26,09	20,65	5,44	4,1
	После бега	50,60	38,58	38,58	7,06	6,2
	Через 1 час после бега	44,80	43,47	43,47	10,86	7,3
Ст-ко	До бега	37,00	37,37	31,25	6,12	8,4
	После бега	38,30	38,71	32,61	6,10	8,5
	Через 1 час после бега	34,70	47,82	39,13	8,69	11,3
Л-ов	До бега	43,60	78,26	51,84	17,42	11,9
	После бега	49,00	66,30	51,84	14,46	10,6
	Через 1 час после бега	42,70	58,15	52,17	5,98	12,2

В этой серии мы ясно видим проявление мобилизации глутатионной системы после бега в противогазе. Через 1 час во всех опытах отмечается продолжение накопления восстановленного глутатиона в эритроцитах.

Изучение глутатиона при различных аноксемических состояниях позволяет сделать следующие выводы:

1. Глутатионная окислительно-восстановительная система реагирует изменениями на все состояния, при которых затруднено дыхание.

2. Характерным проявлением этой реакции является рост содержания глютациона и особенно восстановленной его формы в эритроцитах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волин М. А. и Кролюницкая Т. Е., Тер. арх., XIV, 1, 68, 1936.—
2. Pickard, Rawson a. Marsden, J. labor. and clin. Med., 19, 1934.—3. Gabbe E., Ztschr. f. ges. exp. Med., 69, 1930.—4. Binet L. et Barbet S., C. r. Soc. Biol., CXXII, 16, 1936.—5. Blanchetière L., Binet L., Mélon L., C. r. Soc. Biol., 97, 1927.—6. Гиндес М. Е., Вестник ото-рино-ларингологии, в. 1, 1936.—7. Robles Soldevilla, Ber. Phys., 76, 1933.—8. Woodward a. Fry, Journ. biol. Chem., 97, 465, 1932.—9. Okuda a. Ogawa, Journ. of Biochem., 18, 1933.—10. Палладин, Бержковский, Палладина, Врач. дело, 6—7, 1933.—11. Харити Хаустов, Труды Укр. акад. наук, 2, 1934.—12. Cahane M., C. r. Soc. Biol., 116, 1934.—13. Vilela G. et Campos G., C. r. Soc. Biol., 115, 1934.

LE TAUX SANGUIN DU GLUTHATION DANS CERTAINES CONDITIONS ANOXÉMIQUES

K. S. Kossiakow

Laboratoire de Biochimie de la Section Physiologique de l'Institut pour Recherches Hygiéniques de l'Armée Rouge (Chef de Section: D. I. Schatensstein, Chef de l'Institut: E. G. Moguilevitch)

Le système d'oxydo-réduction du glutathion réagit par des altérations à toutes les conditions qui embarrassent la respiration.

2. Cette réaction se caractérise par une augmentation du taux de glutathion et surtout de sa forme réduite, dans les globules rouges.

РОЛЬ ПЛАВАТЕЛЬНОГО ПУЗЫРЯ В КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ РЫБ

Ф. Д. Василенко

Из отдела сравнительной физиологии
животных (зав. Х. С. Коштойнц) Биоло-
гического института им. К. А. Тими-
рязева, Москва

Поступила в редакцию 29 VI.1937 г.

В предыдущей работе, вышедшей из нашей лаборатории, мы показали, что плавательный пузырь рыб является рецепторным органом (Х. С. Коштойнц и Ф. Василенко), и этим подтвердили ранее высказывавшиеся взгляды об его рецепторной функции. После получения данных о рецепторной роли плавательного пузыря в острых опытах Х. Коштойнц поставил вопрос о необходимости изучения биологического значения рецепции с плавательного пузыря и физиологических связей этой рецепции с другими рецепторами рыб.

В настоящей работе приведены результаты специальных исследований по вопросу о том, какую роль выполняет плавательный пузырь, участвуя, наряду с другими рецепторами, в координации движений. Опыты были проведены в хронических аквариальных условиях.

Имеется много указаний на то, что плавательный пузырь находится в функциональной связи с другими рецепторными органами. Так, тесная функциональная связь между плавательным пузырем и лабиринтами хорошо вскрыта работами V. Frisch и его учеников. Им удалось показать, что если разрушить лабиринты, то плавательный пузырь запустевает. Однако, по их наблюдениям, между лабиринтами и плавательным пузырем существует не прямая, а косвенная связь через центральную нервную систему.

Методика

В наших опытах, которые велись на карпах и карасях, изучалось значение изменения давления в плавательном пузыре при различных условиях. Оперированные по нашему методу рыбы с фистулой плавательного пузыря пускались в аквариум, где обычно жили около 1 месяца. На стеклянную трубку, вставленную в плавательный пузырь, надевалась тонкая плотная резиновая трубка длиной 50—60 см, соединявшаяся с ртутным манометром, при помощи которого в любой момент мы могли измерять давление в плавательном пузыре (см. рис.). Измеренное нами давление в плавательном пузыре карпов весом 300—400 г, находящихся в аквариуме, равнялось в среднем 20—30 мм ртутного столба. С помощью резиновой груши, соединенной через тройник с резиновой трубкой, идущей к плавательному пузырю, можно было изменять в нем давление.

О влиянии сдавления плавательного пузыря на поведение рыб имеется большая литература (Baglioni Remotti, Evans и. Damant и др.), но в отличие от других методик в наших опытах изменялось давление только в плавательном пузыре, не задевая другие органы.

При одинаковых условиях опыта давление в плавательном пузыре рыб держится на одинаковых цифрах в течение многих часов. Оно может изменяться от температуры воды, как это показала в нашей лаборатории Барсегян, и от других условий. При искусственном изменении давления в плавательном пузыре оно через некоторое время снова приходит к норме. При пониженном давлении в плавательном пузыре рыба опускается на дно и лежит неподвижно или делает слабые активные движения, иногда всплывая на поверхность воды и заглатывая воздух. Заглатывая воздух с водной поверхности, рыба

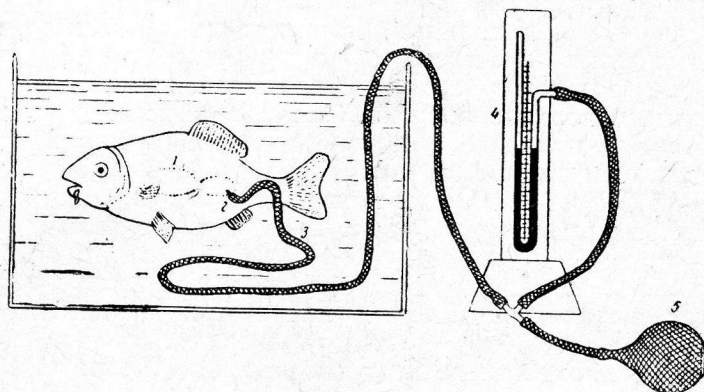


Схема опыта с фистулой плавательного пузыря. 1 — плавательный пузырь, 2 — канюля, вставленная в плавательный пузырь, 3 — резиновая трубка, 4 — манометр, 5 — резиновая груша для измерения давления в плавательном пузыре

постепенно наполняет свой плавательный пузырь, что можно наблюдать при помощи манометра. Приведенная ниже таблица показывает процесс наполнения плавательного пузыря воздухом.

Опыт 22.X.1934 г.

В р е м я	Давление в плавательном пузыре в мм	П о в е д е н и е р ы б ы
10 час. 30 мин.	24	Плавает оживленно в нормальном положении
11 часов	0	Выкачан воздух из плавательного пузыря Лежит неподвижно на дне. Если приподнять, то несколько секунд плавает, а потом снова опускается на дно
11 час. 15 мин.	1	Делает слабые плавательные движения
11 » 50 »	5	Всплывает иногда на поверхность воды и заглатывает воздух
12 » 25 »	10	Плавает хорошо. Положение туловища нормальное
3 » 27 »	18	

Наполнение плавательного пузыря у рыб может происходить двумя путями: или секрецией газов в самом плавательном пузыре, что наблюдается отчетливо у закрытопузырных рыб (Ledeбур), или заглатыванием воздуха с водной поверхности у открытопузырных.

Мы работали с открытопузырными и наблюдали, что понижение давления в их плавательном пузыре всегда вызывало заглатывание воздуха с водной поверхности. Имеется некоторое соотношение меж-

ду давлением в плавательном пузыре и числом глотательных движений, что видно из таблицы:

Давление в плавательном пузыре в мм	0	20	40
Количество глотательных движений в 5 минут .	12	3	0

Заглатывание воздуха рыбой нужно рассматривать как рефлекторный акт, который вызывается раздражением нервных окончаний, расположенных в стенках плавательного пузыря, при понижении давления в плавательном пузыре.

Пользуясь нашей методикой, можно в любой момент повышать давление в плавательном пузыре на любую высоту. Это легко делать при помощи резинового баллона с клапаном, который не выпускал бы нагнетаемого воздуха обратно. Высокое давление в плавательном пузыре (иногда его можно поднять до 80—100 мм) никогда не держится на высоком уровне, а быстро падает. Избыток воздуха через 1—2 секунды выходит из плавательного пузыря через воздушный канал в пищевод, а оттуда через жаберные щели или через рот в воду.

Одновременно с повышением давления в плавательном пузыре рыба делает энергичные движения плавниками, описанные в предыдущей работе. Рыба освобождается от излишка воздуха до тех пор, пока в плавательном пузыре не установится нормальное для данной рыбы давление.

Опыты с удалением рецепторов

Какую роль играют рецепторы в рефлексах положения тела животного, хорошо стало известно после работ Magnus и de Kleind. Рефлексы положения у рыб изучались Lee, Bethe и др. Они показали, что после удаления глаз и лабиринтов наблюдаются расстройства в координации движений этих рыб.

Чтобы отчетливее выяснить рецепторную роль плавательного пузыря, нами удалялись отдельные рецепторные органы (лабиринт, глаза) и велись наблюдения за координацией движений рыб при изменении давления в плавательном пузыре.

Нарушения в координации движений, наблюдаемые после удаления того или иного рецептора, можно было усилить или ослабить при помощи изменения давления в плавательном пузыре рыб.

После двустороннего удаления лабиринтов у рыб наблюдается качательное движение. Если понизить давление в плавательном пузыре, то эти качательные движения усиливаются; при повышении давления до нормального качательные движения ослабевают.

Более отчетливо выступает рецепторная роль плавательного пузыря при удалении лабиринтов и глаз. Если выкачать воду из плавательного пузыря рыбы без лабиринтов и глаз, то она опускается на дно, плавательные движения прекращаются и рыба лежит на дне аквариума. Приподнимая рыбу со дна и раздражая органы боковой линии, можно наблюдать плавательные движения. При этом рыба плавает дезориентированно по отношению к водной поверхности: то она плавает сверху вниз, то вкось и не стремится принять нормальное положение в аквариуме. Если давление в плавательном пузыре повысить до нормы, то наблюдается поразительная разница: рыба не только держится нормально в воде, но отмечается также резкое повышение тонуса скелетной мускулатуры: вяло висевшие до этого плавники начинают энергично двигаться. Если перевернуть ры-

бу брюхом вверх, то она быстро переворачивается, принимая нормальное положение в воде, т. е. спиной вверх.

Наблюдаемые явления можно рассматривать с точки зрения гидростатической роли плавательного пузыря. Изменение давления в плавательном пузыре вызывает изменение в соотношении веса частей рыбы, и, вследствие изменения удельного веса, она поднимается вверх. При этом раздражаются водой рецепторы кожи и проприорецепторы, а отсюда и происходит целая система ее движений. Конечно, отрицать гидростатическую роль плавательного пузыря нельзя: она в системе координации движений рыб играет большую биологическую роль (Коштоянц). Однако опыты с денервацией плавательного пузыря показывают совсем другую картину. При повышении давления в денервированном плавательном пузыре рыба всплывает на поверхность воды, не делая обычных энергичных плавательных движений. Поднимаясь пассивно, вследствие изменения удельного веса, рыба принимает не горизонтальное положение, а несколько наклонное хвостом вверх. В этом положении она начинает делать вялые плавательные движения, но плавает во всевозможных положениях то кверху животом, то на бок, меняя направление.

Когда рыба прикасалась ко дну или по тем или другим причинам делала энергичные плавательные движения (раздражение кожи), то в этом случае она принимала нормальное положение. Наблюдаемые факты можно толковать таким образом: после удаления рецепторов лабиринтов, глаз и денервации плавательного пузыря у рыбы остаются еще проприорецепторы и рецепторы кожи, из которых органы боковой линии играют, повидимому, роль в установочных рефлексах. Если только органы боковой линии раздражаются водой во время движения, а также движениями тела или соприкосновением с поверхностью воды или дна, то импульсы, идущие в центральную нервную систему, вызывают координаторные движения.

Резюмируя нашу работу, можно сделать вывод, что в установочных рефлексах рыб принимают участие все рецепторные органы, в том числе и плавательный пузырь. Выключение одного из рецепторов вызывает нарушение плавательных движений рыб. Чем больше выключено рецепторов, тем яснее выступает роль плавательного пузыря как рецептора. Биологическая роль плавательного пузыря огромна, и он связан с системой других рецепторов, участвующих в координаторных моторных рефлексах рыб, что поддерживает правильность точки зрения Коштоянц, об участии полостных органов в актах анимальной сферы животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baglioni O., Z. all. Physiologie, 8, 1, 1908.—2. Bethe A., Pflüg. Arch. f. Physiologie, 76, 470, 1899.—3. Bethe A. и Bergmann, Handbuch norm. u. pathol. Physiologie, XV, 1, 832, 1930.—4. Василенко Ф. и Коштоянц Х., Физиол. журн., XX, 2, 1936.—5. Evans H. M. u. Damant, Brit. a exp. Biol., 6, 42, 1928.—6. Zrisch. Naturwissenschaften, H. 21, 1934.—7. Lee Z. S., Journ. of Physiology, 15, 311, 17, 192, 1894.—8. Magnus, Körperstellung, 1924.—9. Rabaud Et. и Verrier M. L., C. r. Acad. Sci., Paris 198, 1073—1075, 1934.—10. Remotti E., Riv. Biol., 6, 343, 1924.—11. Steinman P., Verh. Deutsch. Zool. Gesellsch., 278, 1914.

DIE BEDEUTUNG DER SCHWIMMBLASE FÜR DIE KOORDINATION DER BEWEGUNGEN BEI FISCHEN

F. D. Wassilenko

Aus d. Abt. f. vergleichende Physiologie der Tiere (Vorst.: Ch. S. Koschtojantz) K. Timiriasew-Institut f. Biologie, Moskau

An den Stellreflexen der Fische sind alle rezeptorischen Organe beteiligt, darunter auch die Schwimmblase. Die Ausschaltung irgend eines Rezeptors führt zu Störungen der Schwimmbewegungen des Fisches. Je grösser die Anzahl der ausgeschalteten Rezeptoren, desto deutlicher tritt die Rezeptorfunktion der Schwimmblase zutage. Die biologische Bedeutung der Schwimmblase ist ausserordentlich gross und hängt mit dem System der anderen Rezeptoren zusammen, die an der Koordinierung der motorischen Reflexe der Fische beteiligt sind. Dies bestätigt die Richtigkeit der Ansicht von Koschtojantz über die Beteiligung der viszeralen Organe an der Tätigkeit der animalischen Systeme des tierischen Organismus.

АНТИТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ТРОСТНИКОВОГО И ДРУГИХ САХАРОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОТРАВЛЕНИИ СТРИХНИНОМ

А. Я. Плещицер

Из Казанского государственного института для усовершенствования врачей им. В. И. Ленина (экспериментальная лаборатория)

Поступила в редакцию 25.1.1937 г.

В нашем предварительном сообщении совместно с д-ром Б. Е. Панкратьевым¹ мы могли отметить удовлетворительный эффект при применении тростникового сахара внутривенно как лечебного средства при экспериментальном стрихнинном отравлении.

Продолжая разработку этого вопроса, мы накопили материал, позволяющий нам сделать некоторые выводы о том, при каких условиях введение тростникового сахара дает наилучший эффект. Основанием к применению тростникового сахара послужили литературные указания на то, что стрихнин и тростниковый сахар действуют на сосудистую систему в определенных пределах в противоположном направлении.

Кравков указывает, что при приеме стрихнина наблюдается повышение кровяного давления, зависящее от сужения периферических сосудов.

Castelloti наблюдал при применении 25% раствора сахара ясно выраженное снижение максимального кровяного давления и расширение артериального отрезка капилляров.

Так как известно, что тростниковый сахар при введении непосредственно в кровеносную систему в большей своей части не изменяется, то его антитоксическое действие можно объяснить образованием менее токсических соединений со стрихнином посредством гидроксильных групп, которых в тростниковом сахаре в 2 раза больше, чем в глюкозе или фруктозе.

Из литературы известно, что противоядиями против стрихнина являются алкоголь, хлоралгидрат, паральдегид, т. е. вещества, которые по химическим свойствам являются спиртами или альдегидами.

Объяснение механизма действия внутривенного введения виноградного сахара активизацией функции мезенхимальных клеток ретикуло-эндотелиальной системы печени и других ее отделов, данное Collens, Goldzieher и Koster, может быть отнесено также к тростниковому сахару.

Указание Tannhauser, что при длительном парентеральном введении тростникового сахара, повидимому, и в крови появляется инвертирующий фермент, позволяет нам говорить о возможном некотором обогащении печени полисахаридом.

Roger наблюдал, что у молодых животных, у которых печень особенно богата гликогеном, антитоксическое действие печени особенно выражено. Когда животные голодают, свойства печени задерживать алкалоиды ослабевают, когда же животному начинают давать сахар, печень снова приобретает свойства задерживать и нейтрализовать действие алкалоидов.

Проводя свои опыты с тростниковым сахаром, мы для сравнения поставили также наблюдения с левулезой и глюкозой.

Одновременно мы выяснили значение того или иного тканевого барьера при применении этих веществ.

¹ Сборник научных трудов ГИДУВ, № 3, Казань, 1933.

Все опыты ставились на собаках. Результаты их даем в 2 таблицах. В табл. 1 дана серия опытов с пропусканьем стрихнина и сахаров через печень. В табл. 2 дана серия опытов с пропусканьем стрихнина и сахаров через тканевый барьер конечностей.

Техника операции, разработанная совместно с д-ром Б. Е. Панкратьевым при серии опытов с пропусканьем вышеуказанных веществ через печень, нижеследующая.

После подготовки операционного поля под местной новокаиновой анестезией производилась лапаротомия по *linea alba*. Стерильными салфетками извлекалась селезенка на поверхность и в вены, отходящие от селезенки и образующие *v. lienalis*, вводилось то или иное вещество.

По введении вещества шприцем вены перевязывались, селезенка погружалась в брюшную полость, после чего приступали к послойному зашиванию брюшной полости наглухо.

Мы рекомендуем накладывать швы на *peritoneum* сейчас же после ее вскрытия, до того, как извлекается селезенка, оставляя их свободными. Обычно мы накладываем три-четыре шелковых шва на расстоянии 1,5—2 см друг от друга. Это мы делаем для того, чтобы иметь возможность быстро стянуть брюшину в случае, если бы наступили судороги.

Техника операции при проведении вышеуказанных веществ через *a. femoralis* обычная и не требует специального описания.

Анализ полученных результатов опытов, приведенных в табл. 1, показывает, что, применяя тростниковый сахар в качестве антитоксического вещества против стрихнина путем введения этих веществ в печень через *v. lienalis*, мы получаем выживание животных при таких дозах стрихнина, которые для контрольных животных являются смертельными. При введении стрихнина в *v. lienalis* мы получали смерть собак от доз 0,285 мг на 1 кг веса и выше (табл. 1, опыты № 3—9).

Применяя же тростниковый сахар в количестве от 0,5 г на 1 кг веса в качестве антитоксического вещества, в виде изотонического 9% раствора, мы получали выживание животного даже при дозах *strychnini nitrici* в 0,4—0,5 мг на 1 кг веса (табл. 1, опыты № 10—18 и 25—39).

Наилучший результат мы получали, когда вводили тростниковый сахар в *v. lienalis* через 2—5 минут после введения *strychnini nitrici*.

В опытах с предварительным введением в *v. lienalis* тростникового сахара и последующим через 5 минут введением *strychnini nitrici* мы получили 3 случая гибели собак (табл. 1, опыты № 31, 32 и 35).

Сопоставляя полученные нами результаты от введения тростникового сахара при дозах *strychnini nitrici* 0,285 мг на 1 кг веса с результатами, полученными при введении глюкозы и левулезы, мы можем отметить, что действие тростникового сахара не уступает действию глюкозы и левулезы (табл. 1, опыты № 10—11 и 19, 21, 22, 23).

Анализ полученных результатов опытов, данных в табл. 2, показывает, что, применяя тростниковый сахар в качестве антитоксического вещества против *strychnini nitrici*, при проведении этих веществ через тканевый барьер конечностей мы не получаем эффекта выживания.

Все подопытные животные гибли в течение 1-го часа. Доза *strychnini nitrici* от 0,350 мг и выше на 1 кг веса оказывалась смертельной как при применении тростникового сахара, так и без него.

При введении алкалоида в *a. femoralis* и одновременном введении тростникового сахара в эту же артерию мы не имели ни одного случая выживания (табл. 2, опыты № 9, 10, 11, 12).

При введении алкалоида в *a. femoralis* с последующим введением тростникового сахара в *v. femoralis* мы также не имели ни одного выживания (табл. 2, опыты № 14 и 15).

При предварительном введении тростникового сахара в *v. femoralis* и последующем введении в *a. femoralis strychnini nitrici* мы тоже не имели ни одного выживания (табл. 2, опыты № 16—21).

Применяя левулезу в 5% растворе в качестве антитоксического раствора при проведении алкалоида через *a. femoralis*, а левулезы через *v. femoralis*, мы получили выздоровление в 50% случаев (табл. 2, опыты № 22—35).

Никакого эффекта и чрезвычайно быстрое наступление смерти подопытных животных мы получили при введении тростникового сахара и *strychnini nitrici* в *v. femoralis* при дозах стрихнина уже в 0,3 мг на 1 кг (табл. 2, опыты № 36—40).

Заключение

В итоге поставленных опытов мы имели резкую разницу в анти-токсическом действии тростникового сахара при введении *strychnini nitrici* через печень и через тканевый барьер конечностей. В последнем случае мы не имели никакого антитоксического действия тростникового сахара.

Очевидно, что эффект выздоровления, который мы получили при проведении алкалоида и сахара через печень, следует объяснить повышением антитоксического действия печеночной ткани на стрихнин под влиянием сахара.

Исследования Roger, Воронцова, Дьячкова и Петрова дают нам богатый экспериментальный материал, показывающий связывание алкалоидов печенью.

По предложению проф. Н. Н. Сиротинина, нами был поставлен нижеследующий опыт (совместно с д-ром М. А. Ерзиным) на изолированной печени собаки. Дефибрированная кровь, содержащая *strychnini nitrici* в концентрации 0,169 мг в 1 см³, пропусклась в течение 1 часа через изолированную печень около 10 раз. После пропускания через печень эта дефибрированная кровь содержала только 0,056 мг *strychnini nitrici* в куб. сантиметрах, т. е. отмечалось уменьшение в 3 раза.

Из данных этого опыта мы видим, что печень обладает способностью задерживать стрихнин в довольно большом количестве.

Отсутствие эффекта выздоровлений при стрихнинном отравлении при пропускании алкалоида через *a. femoralis* и при введении тростникового сахара в *v. femoralis* показывает, что адсорбция стрихнина тканями конечностей невелика и что тростниковый сахар, циркулируя в крови, не дает достаточного количества соединений с стрихнином, чтобы значительно уменьшить действие последнего.

Выводы

1. Тростниковый сахар в изотоническом растворе в дозе от 0,5 до 1 г на 1 кг веса дает антитоксический эффект при экспериментальном стрихнинном отравлении только при проведении алкалоида через печень в дозах от 0,3 до 0,5 мг *strychnini nitrici* на 1 кг веса.
2. При проведении стрихнина через тканевый барьер конечностей, через *a. femoralis* тростниковый сахар не дает эффекта.
3. При проведении стрихнина в дозе от 0,5 мг на 1 кг веса через тканевый барьер конечностей, через *a. femoralis* можно рекомендовать левулезу в изотоническом 5% растворе как антитоксическое вещество в дозах от 0,4 до 1 г на 1 кг веса.

Таблица 1

Серия опытов с пропусканьем стрихнина и сахаров через печеночный барьер

№ подопытных животных	Наименование введенного вещества и его концентрация	Доза на 1 кг веса	Место введения	Наименование повторно введенного вещества и его концентрация	Доза на 1 кг веса	Место повторного введения	Время повторного введения	Начало наступления судорог	Выживание	Время наступления смерти
1-2	Strychnini nitrici 1,0-1 000,0	0,235 мг	Vena lienalis	—	—	—	—	7-8 минут	Выживание	—
3-9	То же	0,235- 0,50 мг	То же	—	—	—	—	3-10 »	—	Смерть через 10-30-50 минут
10-11	»	0,285 »	»	Тростниково- ый сахар 9%	0,5 г	Vena lienalis	Одновременно	Не было	Выживание	—
12	»	0,325 »	»	То же	0,5 г	То же	Через 2 минуты	Через 30 минут	»	—
13	»	0,325 »	»	»	0,5 »	»	Одновременно	Не было	»	—
14-17	»	0,40- 0,50 мг	»	»	0,5 »	»	»	10-17 минут	»	—
18	»	0,50 »	»	»	1,0 »	»	Через 4 минуты	17 »	»	—
19-22	»	0,285 »	»	Глюкоза 5%	0,5 »	»	Одновременно	4-5 »	3 выжило	У одной смерть через 25 минут
23	»	0,285 »	»	Левулеза 5%	0,5 »	»	»	8 »	Выживание	—
24	»	0,285 »	»	NaCl 0,9%	0,5 »	»	»	8 »	»	Смерть через 1 час 10 минут
25-29	Тростниково- ый сахар 9%	0,5 г	»	Strychnini nitrici 1,0-1 000,0	0,4 мг	»	Через 3-5 минут	6-12 »	Выживание	—
30-33	То же	0,5 »	»	То же	0,5 »	»	»	4-20 »	2 выжили	У 2 смерть через 25-40 минут
34-39	»	1,0 »	»	»	0,5 »	»	»	5-20 »	5 выздоровлений (1 полного искусственного дыхания)	1 смерть

Таблица 2

Серия опытов с пропусканьем стрихнина и сахаров через тканевый барьер конечностей

№ подопытных животных	Наименование введенного вещества и его концентрация	Доза на 1 кг веса	Место введения	Наименование повторно введенного вещества и его концентрация	Доза на 1 кг веса	Место введения	Место повторного введения и время	Начало наступления судорог	Выживание	Время наступления смерти
1—4	Strychnini nitrici 1,0—1 000,0 То же	0,285—0,325 мг	A. femoralis	—	—	—	—	Через 10 минут	Выживание	—
5—8	»	0,350—0,50 мг	То же	—	—	—	—	» 2—5 »	—	—
9—12	»	0,350—0,50 мг	»	Тростниковый сахар 9%	0,5 г	»	A. femoralis одновременно	» 5—10 »	—	Смерть через 20—40 минут
13	»	0,325 мг	»	То же	0,5 г	»	То же	» 10 »	Выживание	—
14—15	»	0,350 мг	»	»	0,5 г	»	V. femoralis одновременно	» 3—5 »	—	Смерть через 15—30 минут
16—18	Тростниковый сахар 9%	0,5 г	V. femoralis	Strychnini nitrici 1,0—1 000,0	0,5 мг	»	A. femoralis через 2, 3, 4 минуты	» 2—5 »	—	Смерть через 30—50 минут
19	То же	1,0 г	То же	То же	0,5 мг	»	A. femoralis через 5 минут	» 10 »	—	Смерть через 30 минут
20—21	»	1,0 г	»	»	0,4 мг	»	A. femoralis через 3 минуты	» 10—15 »	—	Смерть через 15—40 минут
22—31	Левулеза 5%	0,5 г	»	»	0,5 мг	»	A. femoralis через 3—5 минут	» 2—10 »	5 выживаний	5 умерли через 20—35 минут
32—35	Strychnini nitrici 1,0—1 000,0	0,350 мг	A. femoralis	Левулеза 5%	0,5 мг	»	V. femoralis через 1 минуту	» 3—15 »	2 выживания	2 умерли через 15—35 минут
36	Тростниковый сахар 9%	1,0 г	V. femoralis	Strychnini nitrici 1,0—1 000,0	0,5 мг	»	V. femoralis через 5 минут	» 1/2 »	—	Смерть через 5 минут
37	То же	1,0 мг	То же	То же	0,4 мг	»	V. femoralis через 5 минут	» 1 »	—	Смерть через 5 минут
38—40	»	1,0 мг	»	»	0,3 мг	»	V. femoralis через 5 минут	» 1 »	—	Смерть через 6—8 минут

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимова М. А., Архив биологических наук, 1935; там же, 44, в. 2, 1937.—
2. Siwen, Skand. Arch., 1900, 1901.—3. Chittenden, Physiological economy in nutrition., N. Y. 1905.—4. Hindhede, Skand. Arch. f. Physiol., 30, 97, 1913.

DIE ANTITONISCHE WIRKUNG DES ROHRZUCKERS UND ANDERER ZUCKER BEI EXPERIMENTELLER STRYCHNINVERGIFTUNG

A. I. Plestschitzer

Aus d. Experimentellaboratorium d.
Staatsinstituts f. ärztliche Fortbildung,
Kazan

Verfasser untersuchte die antitoxische Wirkung von Rohrzucker und anderen Zuckern bei Einführung von Strychninum nitricum in die Leber durch die Vena lienalis oder in die Gewebsschranke der Extremitäten durch die Art. femoralis.

Die Zufuhr der Zucker erfolgte durch die Vena lienalis, Ven. femoralis und Art. femoralis. Insgesamt wurden 79 Versuche an Hunden ausgeführt.

Verfasser gelangt zu den folgenden Schlüssen:

1. Rohrzucker besitzt in isotonischer Lösung bei Dosen von 0,5—1,0 g pro kg Körpergewicht eine antitoxische Wirkung gegenüber Vergiftung mit 0,35—0,5 mg Strychninnitrat, jedoch ist diese Wirkung nur dann zu beobachten, wenn die Zufuhr des Alkaloids über die Leber erfolgt.
 2. Bei der Einführung von Strychnin über die Gewebsschranke der Extremitäten (durch die Art. femoralis) ist der Rohrzucker wirkungslos.
 3. Bei der Einführung von Strychnin in Dosen von 0,35—0,5 mg pro kg Körpergewicht über die Gewebsschranke der Extremitäten (durch die Art. femoralis) ist als Gegengift Lävulose in isotonischer 5% Lösung in Dosen von 0,4—1,0 g pro kg Körpergewicht zu empfehlen. In einer Reihe von Fällen erholten sich die Versuchstiere.
-

ФАРМАКОЛОГИЯ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА

СООБЩЕНИЕ III. О ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К АДРЕНАЛИНУ НА МИНУТНЫЙ И СИСТОЛИЧЕСКИЙ ОБЪЕМЫ И НА АБСОЛЮТНУЮ СИЛУ СЕРДЦА ЛЯГУШКИ¹С. И. ОрдынскийИз фармакологической лаборатории
(зав.—проф. М. И. Граменицкий) II Ленинградского медицинского института

Поступила в редакцию 27.IV.1937 г.

В предыдущих работах (Ордынский) изучалось влияние конваллярена (препарат автора) в сравнении с глюкозидами и препаратами группы дигиталиса на минутный и систолический объемы и на абсолютную силу изолированного сердца лягушки (*Rana temporaria*). Для изучаемых веществ установлены минимальные действующие концентрации, вызывающие терапевтический характерный эффект в течение 1 часа от начала пропускания яда. В данной работе нас интересовали следующие вопросы: чувствительность изолированного сердца лягушки к адреналину, влияние его на минутный и систолический объемы и на абсолютную силу сердца. Выяснение этих вопросов, имеющих теоретическое и клиническое значение, дает возможность в дальнейшем подойти к сравнительному фармакологическому изучению этих величин на изолированных предсердиях холоднокровных животных. Кроме того, выяснение вопроса о чувствительности сердца к адреналину позволит нам в дальнейшем подойти к изучению комбинированного действия адреналина с конвалляреном на изолированные сердца и предсердия.

Результаты исследования разных авторов по вопросу о действии адреналина на сердце холоднокровных животных неодинаковы.

Вершинин (1915) приводил исследования с адреналином (Parke Davis) на изолированных по Williams сердцах лягушек (*Rana temporaria*) и пришел к заключению, что действие адреналина на эти сердца в качественном и количественном отношении одинаково с его действием на изолированные сердца теплокровных животных (кошек, кроликов). Однако Вершинин в своих исследованиях на сердцах теплокровных одновременно с одним и тем же образцом адреналина опытов не производил, а сослался в своей работе на данные Бочарова и других авторов, в трудах которых нет указаний об активности употребленных образцов адреналина. Поэтому вывод Вершинина в этом смысле является преждевременным. По Вершинину, на изолированные сердца лягушек адреналин в концентрациях от 1:100 000 000 до 1:500 000 вызывал ускорение ритма, увеличение амплитуды и уменьшение минутного объема сердца. Наименьшей гредельной концентрацией адреналина, оказывающей более или менее заметное действие на изолированное сердце лягушки, по его данным, является разведение 1:100 000 000.

По Junkmann (1923), адреналин ускоряет ритм, увеличивает минутный, но уменьшает систолический объем сердца лягушки (*Rana esculenta*). По его данным, границей чувствительности сердца лягушки к адреналину является разведение 1:25 000 000.

Цыганов в 1928 г. работал по видоизмененной методике Junkmann на изолированных сердцах зеленых лягушек (в опытах питательной жидкостью яв-

¹ Доложено 19.IV.1937 г. в секции фармакологии и токсикологии Ленинградского общества физиологов.

лялась морская вода Черного моря, разведенная до изотонии кровью лягушки) и пришел к следующим выводам:

1. Изолированное сердце зеленой лягушки чувствительно к адреналину, граница чувствительности 1:5 000 000 000.

2. Действие адреналина состоит в учащении пульса, незначительном уменьшении систолического остатка (увеличение систолы) и значительном уменьшении диастолического расширения. Результатом изменения последних двух факторов являлось уменьшение объема (или работы) одного сокращения. Работа сердца обычно уменьшается или не изменяется и редко увеличивается. При температуре 18—23° реакция на адреналин более сильная, чем при температуре 7—15°.

3. На чувствительность сердца к адреналину имеет влияние методика работы. При работе по способу Straub, помимо того, что этот способ учитывает только хроно- и инотропное изменения сердечной деятельности, сердце является менее чувствительным к адреналину.

4. Работа по способу Straub при веществах, действующих на частоту сердечных сокращений и на изменение диастолического наполнения, может привести к не совсем точным результатам вследствие того, что сердце работает не в нормальных условиях своей деятельности. Цыганов в своих исследованиях пользовался адреналином в таблетках фирмы P. Davis. Данные Цыганова о чувствительности сердца зеленой лягушки были бы более ценными, если бы в работе были указания об активности адреналина и если бы его исследования были проведены с раствором Рингера обычного состава, а не с морской водой, так как вода Черного моря ($pH = 7,9-8,1$) является более щелочной, чем рингеровский раствор ($pH = 7,4$), щелочи же повышают чувствительность к адреналину (Hülse, 1922). Кроме того, в морской воде имеется магний, который также изменяет чувствительность сердца к адреналину (J. Ten-Cate, 1922).

До сих пор в работах большинства авторов, занимавшихся вопросом изучения действия адреналина на изолированные сердца холодно- и теплокровных животных, нет указаний об активности тех образцов адреналина, с которыми они имели дело, за исключением работы П. М. Субботина (1934), выяснившего, что изолированное по Langendorff сердце серой крысы весьма чувствительно к адреналину. По его данным, адреналин кристаллический и адреналин продажный (1:1000) оказывают более сильное действие на амплитуду, а именно: адреналин даже в разведении 1:30 000 000 000 увеличивает амплитуду в 65% всех опытов, в разведении 1:5 000 000 000 — в 80% и 1:1 000 000 000 — в 100%. В меньшей степени адреналин действует на просвет коронарных сосудов (1:5 000 000 000 — всегда расширяет сосуды) и слабее всего на ритм, а именно: адреналин 1:30 000 000 000 вызывает учащение ритма в 50% опытов, а 1:1 000 000 000 — в 60%.

Березин в 1913 г. наблюдал на изолированном сердце щуки от адреналина (1:10 000 000 000 — 1:2 500 000 000) положительное ино-хронотропное действие. Большие же концентрации угнетали сердце.

Gatin-Gruzewska и Maciag в 1909 г. установили, что изолированное сердце черепахи весьма мало чувствительно даже к большим дозам адреналина. Адреналин 1:10 000 на сердца черепах не оказывал заметного действия, а в концентрации 1:5 000 вызывал лишь ничтожные изменения со стороны сердца в течение нескольких минут, после чего сердце возвращалось к норме и работало целыми часами.

По данным Tiffeneau (1921), продажные препараты адреналина (1:1000), содержащие 0,5% хлорэтона, через 15 месяцев теряют 8%, через 3,5 года — 49%, а через 4,25 года — 66% своей первоначальной активности.

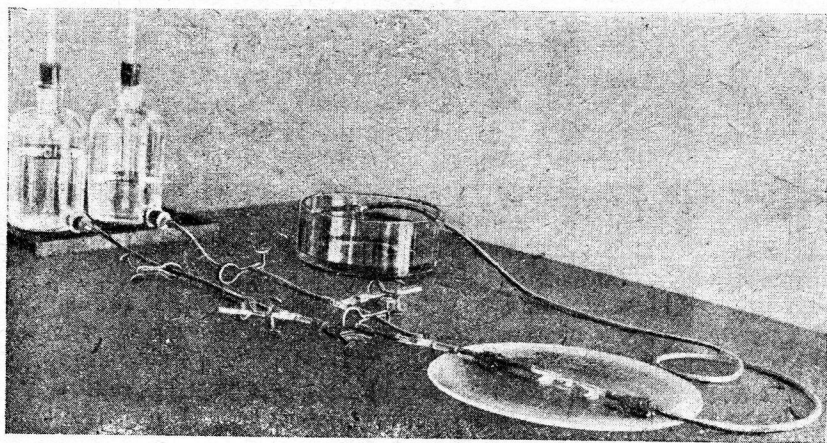
Мы считаем, что необходимо в каждой как экспериментальной, так и клинической работе указывать не только фирму, но и срок приготовления адреналина и особенно важно указывать его фармакодинамическую активность, т. е. валор. На этикетках продажных образцов адреналина заводов СССР нет точного указания о валоре данной серии, что следовало бы делать. Работая с адреналином на изолированных сердцах, надо также считаться и с тем консервирующим средством (хлорэтон, трикрезол), которое прибавлено к адреналину, тогда полученные результаты будут более ценными для дальнейших работ.

До сих пор еще недостаточно изучен вопрос о влиянии адреналина на минутный и систолический объемы и особенно на абсолютную силу сердца. В 1934 г. М. И. Граменицкий описал методику так называемого «кругового препарата» изолированного сердца лягушки.

Описание методики кругового препарата приведено в работах М. И. Граменицкого и С. И. Ордынского.

В одной из моих работ изучалось действие конваллярена в сравнении с глюкозидами (конваллярином, строфантином и дигиталином) на абсолютную силу изолированного сердца лягушки; в этой работе описана методика автора, так называемая «разомкнутая система». В основном эта методика заключалась в следующем (см. рис.).

Сердце лягушки изолировалось по Циону-Marey, т. е. одна канюля вставлялась в нижнюю полую вену, а другая — в левую аорту; все другие сосуды, т. е. обе передние полые вены, легочные сосуды с корнем легкого и правая аорта перевязывались отдельными лигатурами. Сердце помещалось на стеклянную пластинку. Два сосуда Мариотта одинаковой емкости (500 см³) соединялись резиновыми трубками через U-образную стеклянную трубку с венозной канюлей сердца. Таким образом, жидкость из одного сосуда Мариотта без яда или



из другого сосуда Мариотта с ядом под тем же давлением, равным 3 см водяного столба, поступала в сердце и выбрасывалась через аортальную канюлю, соединенную с длиной (1 м) резиновой трубкой, в стеклянную чашку высотой 6 см. При разомкнутой системе исключается влияние накопления продуктов обмена веществ сердца. Пользуясь этой установкой, мы изучали одновременно влияние адреналина на ритм (подсчет в 1 минуту), минутный объем (подсчет капель, падающих в чашку в 1 минуте), систолический объем (деление величины минутного объема на ритм в 1 минуту) и абсолютную силу изолированного сердца лягушки. Последняя величина выражалась в сантиметрах и определялась, как это делал Dreser, путем постепенного поднятия отводящей резиновой трубки на ту предельную высоту, при которой из этой трубки капли уже не появлялись.

В предыдущей работе дана подробная оценка этой методики и установлено, как изменялись величины ритма, минутного и систолического объемов и абсолютной силы изолированного сердца лягушки (*Rana temporaria*) при длительном пропускании рингеровской жидкости без яда. В среднем из 194 опытов абсолютная сила сердца равна 61 см (+—7 см, или +—12%), ритм сердца — 32 в 1 минуту (+—7 сокращений, или +—22%), величина минутного объема — 52 капли (+—10 капель, или +—20%) и, следовательно, величина систолического объема — 1,6 капли (+—0,5 капли, или +—24%). Эти величины получены из опытов, проведенных при комнатной температуре (14—18°).

По нашим данным, при перфузии рингеровской жидкости через изолированное сердце лягушки в течение 1—2 часов оказалось, что уменьшение величины абсолютной силы и минутного объема сердца

происходило в одинаковой степени (10%), замедление же ритма — в 2 раза быстрее (22%).

Данные собственных исследований

С целью изучения изменения деятельности изолированного сердца лягушки под влиянием адреналина проведены опыты на сердцах лягушек-самцов (*Rana temporaria*) весом 25—45 г при комнатной температуре 14—18°. В опытах применялись кристаллический адреналин «Фармакон» и продажный образец sol. Adrenalinum hydrochlorici (1 : 1 000) Института экспериментальной эндокринологии от 20.V.1934 г. (ИЭЭ, Москва); последний образец содержал 0,5% хлорэтона (консервирующее средство). Определение фармакодинамической активности подопытных образцов адреналина произведено И. И. Пономаревым в фармакологическом секторе Научно-исследовательского фармакологического института (Ленинград) по общепринятому методу (Государственная фармакопея, VII) путем регистрации кровяного давления на атропинизированных кроликах (2—2,5 кг) под уретановым наркозом. Кристаллический адреналин «Фармакон» сравнивался с кристаллическим адреналином Parke-Davis (валор равен 100%), т. е. со стандартным образцом, а адреналин ИЭЭ — с кристаллическим адреналином «Фармакон». Опыты на кроликах показали, что валор кристаллического адреналина «Фармакон» соответствует валору кристаллического адреналина Parke-Davis, т. е. 100%; адреналин солянокислый ИЭЭ по своей активности был несколько ниже (96,3%) валора стандартных образцов. В опытах на изолированных сердцах лягушек применялся свежеприготовленный раствор адреналина, который приготавлился из кристаллического адреналина, к которому прибавлялся n/10 раствор HCl (1 см³ на 10 см³ раствора адреналина 1 : 1 000). Растворы адреналина готовились на рингеровском растворе ex tempore. Рингеровский раствор был обычного состава (в 1 л дистиллированной воды NaCl—6 г, CaCl₂ и NaHCO₃—по 0,2 г).

Всего на изолированных сердцах лягушек проведено 36 опытов. Часть опытов (9) проведена по круговому препарату М. И. Граменицкого, а другая, бо́льшая, часть (27) — по методике автора (разомкнутая система).

С целью установить, нет ли качественной разницы в действии на сердце между кристаллическим (не содержащим хлорэтона) и солянокислым адреналином ИЭЭ (содержащим хлорэтон), с последним образцом проведено на сердцах 6 опытов. Адреналин пропускался через сердце лягушки в течение 7—10 минут, в некоторых опытах — повторно в разных концентрациях, а именно: 1 : 1 000 000 000, 1 : 500 000 000, 1 : 250 000 000, 1 : 100 000 000, 1 : 10 000 000 и 1 : 1 000 000.

Адреналин пропускался через разное время после изолирования сердца, т. е. через 0,5, 1, 2, 3 и 4 часа. В единичных опытах (№ 135) адреналин пропускался и позднее — через 18 час. 40 мин. В опыте № 137 адреналин пропускался через сердце лягушки, утомленное пропусканием рингеровского раствора, предварительно пропускавшегося через другое сердце (круговой препарат). Одновременно изучалось изменение ритма, величины минутного и систолического объемов и абсолютной силы сердца.

Данные опытов показали, что в качественном отношении адреналин (ИЭЭ), содержащий хлорэтон, по своему действию на сердце не отличается от кристаллического адреналина, не содержащего хлорэтона. Изолированное сердце лягушки (*Rana temporaria*) весьма чувствительно к адреналину. Минимальной действующей концентрацией являлась концентрация 1 : 1 000 000 000.

В табл. 1 приведены средние данные изменения деятельности изолированного сердца лягушки под влиянием адреналина в абсолютных и в процентных величинах. Анализируя эти данные, мы видим, что кристаллический адреналин в пороговых концентрациях (1:1 000 000 000) в части опытов не вызывал изменения ритма, минутного и систолического объемов, реже эти величины уменьшал (что надо отнести к физиологическому уменьшению), но чаще увеличивал. Следует отметить, что адреналин 1:1 000 000 000 во всех опытах увеличивал абсолютную силу сердца (в среднем + 10%). Интересно также то, что адреналин 1:1 000 000 000 в тех опытах, когда он не вызывал ускорения ритма, увеличивал величины минутного и систолического объемов и абсолютной силы сердца. Очевидно, величина абсолютной силы сердца является наилучшим показателем при изучении чувствительности изолированного сердца лягушки к адреналину (быть может, и к другим ядам). Адреналин в слабых концентрациях: 1:500 000 000, 1:250 000 000, 1:100 000 000, оказывал положительное влияние на все изучаемые нами функции сердца. Концентрацию адреналина 1:100 000 000 надо считать пороговой рабочей концентрацией, при которой изменение деятельности сердца лягушки происходит с достаточной ясностью. Адреналин 1:100 000 000 вызывал ускорение ритма (в среднем на + 21%), увеличивал минутный объем (+ 27%), в 40% опытов — увеличивал систолический объем (+ 20%) и абсолютную силу сердца (+ 22%). Адреналин в более крепких концентрациях (1:10 000 000) также увеличивал величины — ритма (+ 31%), минутного объема (+ 22%), абсолютной силы сердца (+ 22%), но в большинстве случаев (в 80% опытов) уменьшал величину систолического объема (10%).

Адреналин в крепких концентрациях (1:1 000 000) вызывал еще более отчетливое ускорение ритма (+ 88%), такое же примерно изменение минутного объема (+ 23%), но часто величину абсолютной силы сердца увеличивал в меньшей степени (+ 8%). Что же касается величины систолического объема, то и здесь эта величина в 50% опытов уменьшалась еще в большей степени (— 20%), чем при адреналине 1:10 000 000 (— 10%). Отсюда надо полагать, что адреналин в сравнительно крепких концентрациях (1:10 000 000 — 1:1 000 000) в противоположность слабым концентрациям (1:1 000 000 000 — 1:100 000 000) быстрее расходует запасные силы сердца, т. е. вызывает резкое ускорение сердечных сокращений, значительно усиливает систолу сердца в целом, т. е. желудочка и предсердий, увеличивает абсолютную силу сердца, увеличивает или не изменяет (реже уменьшает) величину минутного объема (что зависит от ускорения ритма и усиления систолы) и в большинстве опытов уменьшает величину систолического объема. Уменьшение систолического объема при крепких концентрациях адреналина происходит, несмотря на усиление систолы сердца, за счет укорочения диастолы сердца в целом (желудочка и предсердий). В опыте № 137 (круговой препарат) изолированное сердце лягушки было угнетено раствором Рингера, предварительно прощупавшимся в течение 24 часов через изолированное сердце другой лягушки. Угнетение через 30 минут мало сказалося на ритме (с 25 до 23 в 1 минуту), но было отчетливо выражено на величинах минутного (с 25 до 5 капель в 1 минуту) и систолического объемов (с 1 до 0,2 капель в 1 минуту). Деятельность такого сердца от адреналина 1:10 000 000 на 10-й минуте значительно улучшилась, а именно: ритм был в 1 минуту 25, минутный объем — 33 капли и систолический объем — 1,3 капли.

Таблица 1

Средние данные изменения деятельности изолированного сердца лягушки под влиянием адреналина

Концентрация	1 : 1 000 000 000		1 : 500 000 000		1 : 250 000 000		1 : 100 000 000		1 : 10 000 000		1 : 1 000 000	
	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%
Ритм	В 75% +2	+5	+1	+3	+4	+14	+6	+21	+9	+31	+28	+88
	» 25% 0	0										
	» 50% +3	+11										
	» 50% 0	0	+2	+8	+1	+3	+14	+87	—	—	+29	+171
	» 75% +4	+8	+6	+17	+6	+11	+13	+27	+10	+22	+11	+23
Минутный объем	» 25% -6	-7										
	» 50% +14	+25										
	» 50% 0	0	0	0	+8	+17	+20	+55	—	—	+32	+67
	» 34% +0,2	+11	+0,2	+14	-0,1	-5	в 40% — +0,3	+20	в 80% — -0,15	-10	в 50% — +0,1	+5
	» 33% -0,2	-10					» 40% -0	-0	» 20% — +0,1	+9	» 50% — -0,2	-20
Систолический объем	» 33% 0	0					» 20% — -0,2	-13				
	» 50% +0,3	+13					» 25% — +0,4	+10				
	» 50% 0	0	-0,1	-5	+0,2	+14	» 75% — -0,3	-11			-1,0	-38
			+8	+14	+6	+10	+14	+22	+15	+22	+5	+8
			+4	+7	+6	+8	+17	+32	—	—	+29	+39
Абсолютная сила	+6	+10										
	-4	-6										

Примечание: (+) — увеличение; (-) — уменьшение; (0) — без изменения.

В графах: первые ряды цифр — адреналин кристаллический (валор равен 100%); вторые ряды цифр — адреналин солянокислый ИЭЭ (валор равен 96,3%).

Абсолютные величины выражены: ритм — в 1 минуту, минутный объем — в каплях, систолический объем — в каплях, абсолютная сила — в сантиметрах поднятия отвешившей трубки, при котором появление капель прекращается.

Для этого сердца процентные величины минутного (560%) и систолического объемов (500%) значительно превышали величины минутного и систолического объемов при той же концентрации адреналина на сердцах неутомленных. Отсюда можно думать, что на утомленных сердцах действие адреналина сильнее выражено, чем на нормально бьющихся.

Деятельность сердца, через которое пропускался адреналин в стадии отмывания рингеровским раствором, быстро (10 минут) возвращалась к первоначальной норме и при этом нередко абсолютная сила сердца еще в некоторой степени превышала эту величину, бывшую при норме. Но деятельность сердца после пропускания адреналина в крепких концентрациях (1 : 10 000 000—1 : 1 000 000) в стадии отмывания рингеровским раствором ухудшалась, а именно: ритм замедлялся, систола желудочка (особенно) и предсердий (отчасти) становилась поверхностной и была менее выражена, чем даже до пропускания адреналина; минутный объем уменьшался; систолический объем в некоторой степени увеличивался (несмотря на поверхностную систолу за счет замедления ритма); абсолютная сила сердца уменьшалась и соответствовала этой величине, бывшей при норме, или же была несколько ниже последней.

Выводы

1. Действие кристаллического адреналина (без хлорэтона) и соли адреналина (с хлорэтоном) на изолированное сердце лягушки в качественном отношении одинаково.

2. Изолированное сердце лягушки (*Rana temporaria*) чувствительно к адреналину. Пороговой действующей концентрацией для кристаллического адреналина (валор равен 100%) являлась концентрация 1 : 1 000 000 000.

3. Пороговой рабочей концентрацией являлась концентрация 1 : 100 000 000.

4. Адреналин в слабых концентрациях (1 : 1 000 000 000 — 1 : 100 000 000) часто оказывал положительное действие на ритм, на минутный и систолический объемы и на абсолютную силу сердца.

5. Адреналин в крепких концентрациях (1 : 10 000 000—1 : 1 000 000) действовал положительно на ритм, на минутный объем и на абсолютную силу, но в половине случаев действовал отрицательно на величину систолического объема сердца.

6. Адреналин в крепких концентрациях (1 : 10 000 000—1 : 1 000 000) в противоположность слабым концентрациям (1 : 1 000 000 000 — 1 : 100 000 000) быстрее расходовал запасные силы сердца.

7. Величина абсолютной силы сердца являлась более характерным, а ритма — менее характерным показателем при изучении чувствительности изолированного сердца лягушки к адреналину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров Н. И., Русский врач., 36, 1243, 1904.—2. Вершинин Н. В., Мед. обозрение, 7—8, 378, 1915.—3. Граменицкий М. И., Труды II Ленингр. мед. инст., в. VI, 74, 1935; Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. V. Teil 8, 953, 1934.—4. Мохначева А. И., Физиол. журн. СССР, XIV, 4—6, 276, 1931; XVII, I, 149, 1934.—5. Ордынский С. И., Труды Ленингр. н.-и. фарминститута, III, 1937.—6. Субботин П. М., Физиол. журн. СССР, XVII, 149, 1934.—7. Советск. фармакоп. (VII). О биологической стандартизации адреналина, 1925.—8. Цыганов С. В., Журн. эксп. биол. и медиц., VIII, 437, 1928.—9. Beresin W. I., Arch. ges. Physiol., 150, 549, 1913.—10. Catin-Cruzevska Z. u. Maciag, Journ. Physiol. et Pathol. génér.,

XI, 33, 1909 (цит. по Trendelenburg).—11. Hulse W., Ztschr. exp. Mediz., 30, 240, 1922.—12. Junkmann M. u. C. K., Arch. exp. Pathol. u. Pharm., 96, 78, 1923.—13. Ten-Cate, Ber. Physiol., 12, 941, 1923 (цит. по Цыганову).—14. Tiffeneau M., Journ. de Pharmacie et de chimie, 23, 313, 1921 (цит. по Мохначевой).—15. Trendelenburg P., Heffters Handbuch d. exp. Pharmak., II, 2 Hälfte, 1130, 1924.

PHARMACOLOGIE DU COEUR ISOLÉ

3. ADRÉNALINOSENSIBILITÉ DU COEUR DE GRENOUILLE ET INFLUENCE DE L'ADRÉNALINE SUR LE VOLUME-MINUTE, LE VOLUME SYSTOLIQUE ET LA FORCE ABSOLUE DU COEUR

S. I. Ordynsky

Laboratoire de Pharmacologie (Chef: M. I. Gramenitzky), 2-ème Institut de Médecine, Léninegrad

1. L'action de l'adrénaline cristallisée (sans chlorétone) et du chlorhydrate d'adrénaline (additionné de chlorétone) sur le coeur de grenouille isolé est qualitativement identique.

2. Le coeur isolé de grenouille (*R. temporaria*) est très sensible à l'adrénaline. La concentration active liminaire pour l'adrénaline cristallisée (valeur—100%) est une concentration de 1:1 billion.

3. La concentration limite d'usage était de 1:100 millions.

4. L'adrénaline à faibles concentrations (de 1:1 billion à 1:100 millions) exerçait souvent un effet positif sur le rythme, le volume-minute et systolique et la force absolue du coeur.

5. L'adrénaline à fortes concentrations (de 1:10 millions à 1:1 million) produisait un effet positif sur le rythme, le volume-minute et la force absolue, mais elle donnait un effet négatif en ce qui concerne le volume systolique, dans la moitié des cas.

6. Au contraire, de l'adrénaline à faibles concentrations (de 1:1 billion à 1:100 millions) les concentrations fortes (de 1:10 millions à 1:1 million) causent une dépense accélérée des forces de réserve du coeur.

7. Le rythme cardiaque constitue un index moins caractéristique pour l'étude de la sensibilité du coeur isolé de grenouille à l'adrénaline que la valeur de la force absolue du coeur.

О МОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУБЦА И СЫЧУГА У ТЕЛЯТ НАТОЩАК И ПРИ КОРМЛЕНИИ¹

Е. Т. Хруцкий

Из физиологической лаборатории За-
падносибирского научно-исследова-
тельского ветеринарного института и
кафедры физиологии Омского ветеринарного института (зав.—проф.
Д. Я. Кривинин)

Поступила в редакцию 7.I.1937 г.

Изучение моторной деятельности пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных, наряду с изучением других сторон его деятельности, имеет весьма важное как теоретическое, так и практическое значение.

В работах Wester (1), Schalk и Amadan (2), Stalfors, Кратинова (3, 4), Н. А. Попова (5) и др., вышедших за последние годы, освещены некоторые основные стороны динамики желудка жвачных.

Данные этих исследований показывают, что моторная деятельность пищеварительного аппарата жвачных имеет целый ряд физиологических особенностей по сравнению с человеком, плотоядными и другими животными.

Однако мы еще знаем очень мало о моторной деятельности 4-камерного желудка у молодых животных в период голодания, натошак и при кормлении.

Исходя из изложенного, мы решили выяснить следующие вопросы:

1. Моторную деятельность рубца и сычуга у телят натошак.
2. Моторную деятельность рубца и сычуга у телят при кормлении их молоком, отрубями, травой, сеном и поении водой.

Методика

Наши опыты были поставлены на 3 телятах. Телятам в возрасте 10 дней накладывались хронические фистулы на рубец и сычуг; исследование проводилось в течение 6 месяцев. Регистрация велась графически по методу воздушной передачи. К постановке опытов обычно приступали после полного заживления ран. Дни, когда ставились опыты, чередовались с днями без опытов.

Постановка опыта слагалась из следующих моментов: утром теленок ставился в станок, открывались фистулы, учитывалось вытекание через фистулы содержимого; отмечались его реакция, количество, состав и консистенция. Далее, через фистульные трубки в сычуг и рубец вставлялись баллончики, которые соединялись резиновыми трубками с тамбурчиками, и пускались в ход кимограф, отметчик времени.

Данные и результаты наблюдений

Первое, с чем мы столкнулись и что необходимо отметить, — это то, что при введении резинового баллончика в полость рубца за-

¹ Доложено на заседании научной конференции Омского ветеринарного института 23.II.1936 г. и на городской конференции молодых научных работников Омска 18.VI.1936 г.

метно значительное его сокращение, достигающее в некоторых случаях до мощного продолжительного подъема кривой, на фоне которого в последующем появляются одиночные волны, характеризующие отдельные сокращения. Эти последние при довольно быстром в последующем ослаблении этого мощного продолжительного подъема усиливаются и составляют весь дальнейший фон кривой.

Анализируя сокращения рубца натошак (рис. 1), мы видим, что сокращения рубца у телят, которые не получали пищи в течение 18 часов, протекают с некоторым ритмом, но без строгой последовательности.

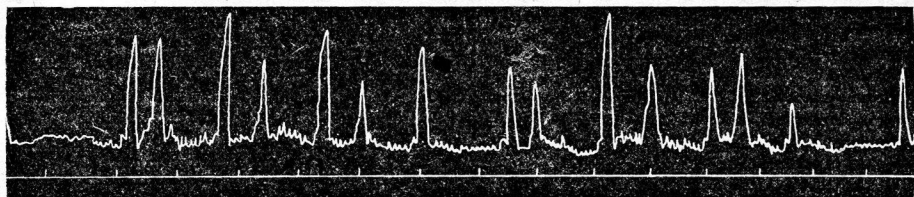


Рис. 1. Сокращения рубца натошак

Наблюдаются как двойные, так и одиночные волны сокращений, по силе (высоте подъема) неодинаковые. Двойные волны не всегда бывают одинаковой силы: иногда первая волна сильнее второй, а бывает и наоборот — вторая волна сильнее первой. Имеются отдельные одиночные мощные волны сокращений, превышающие высоту сокращений двойных волн. Эти одиночные волны сменяются затем более слабо выраженными двойными волнами сокращений или же слабой одиночной, за которой следуют двойные.

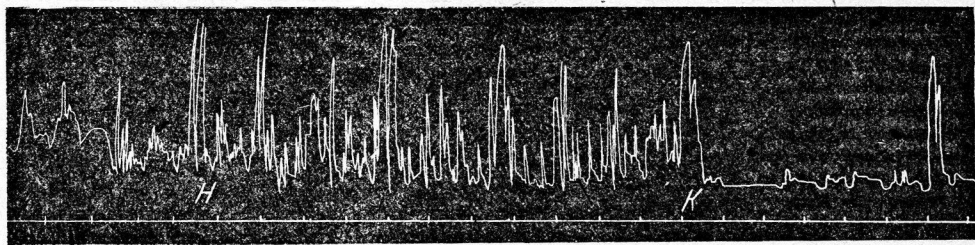


Рис. 2. Сокращения рубца в период жвачки. Н — начало жвачного периода, К — конец жвачного периода

Через различные промежутки времени можно наблюдать незначительный период покоя, продолжающийся в течение 1,5—4 минут, а затем снова следуют такие же сокращения, как и до этого. Можно наблюдать также отдельные волны сокращений, которые на высоте своего подъема дают незначительное расслабление, а затем вновь мощный подъем, представляющий как бы продолжение первой волны (рис. 4).

Натошак у телят иногда появляется жвачка, особенно тогда, когда опыт проводился без предварительного промывания рубца. Не ставя специальной задачей исследовать характер моторики за период жвачки, мы все же должны отметить, что жвачный период натошак вносит существенные изменения, оказывая влияние на харак-

тер сокращений рубца. Натошак за период жвачки можно наблюдать значительное усиление и учащение волн сокращения рубца (рис. 2).

В некоторых случаях усиление сокращений предшествует (на несколько минут) жвачке, в других усиление и учащение развиваются во время жвачки. Отмеченные нами случаи изменений со стороны сокращений рубца в период жвачки натошак не наблюдаются при состоянии сытости животного. Жвачные периоды после обильного кормления не сопровождаются заметными изменениями со стороны сокращений рубца. Как натошак, так и при кормлении почти всегда

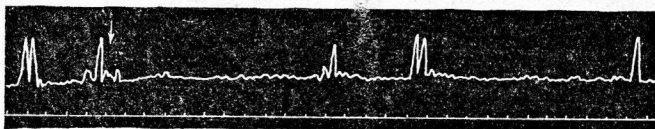


Рис. 3. Сокращения рубца при приеме молока; ↓ — начало кормления

тотчас после окончания жвачки наступает период покоя, продолжительность которого в каждом отдельном случае неодинакова и длится от 1,5 до 5 минут.

Прием корма сразу же и резко изменяет ритм, частоту и величину сокращений рубца.

Необходимо отметить, что у телят в молочный период выпитое молоко поступает непосредственно по пищевому желобу в сычуг.

На рис. 3 представлен график сокращений рубца при кормлении теленка молоком в количестве 2 л.

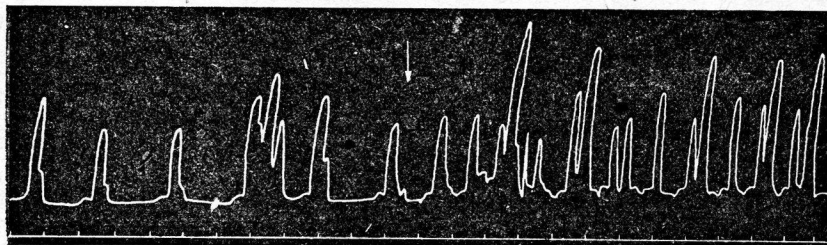


Рис. 4. Сокращения рубца при кормлении травой; ↓ — начало акта еды

Проведенные наблюдения за сокращениями рубца в период приема молока заставляют прийти к выводу, что молоко вызывает задержку сокращений рубца. Наблюдаются периоды, когда после приема молока сокращения рубца прекращаются на 5—10 минут; появляющиеся отдельные волны очень редкие и слабые. Восстановление обычных сокращений происходит спустя 30—50 минут.

Во время приема травы сразу же происходит резкое изменение сокращений рубца (рис. 4).

Вскоре после первых проглатываний пережеванной травы наблюдается учащение сокращений рубца и усиливается величина подъема отдельных волн. Наблюдаются сильные волны сокращений, следующие одна за другой иногда очень скоро; до момента расслабления одной возникает следующая, почему кривая принимает форму одиночного мощного сокращения с двумя зубцами. Иногда вторая волна

является продолжением первой. Кроме того, помимо двойных волн, можно видеть резко выраженные одиночные волны. По окончании еды в период первых 10—15 минут постепенно происходит замедление ритма. Интересно отметить зависимость высоты подъема волн сокращения после приема травы от степени ее влажности: чем влажнее трава, тем за первый период высота подъема становится меньше. Наблюдается продолжающийся 1 и 1,5 минуты период покоя, затем деятельность рубца постепенно усиливается. При приеме сухого сена наблюдается учащение сокращений рубца почти в 2 раза по сравнению с постепенным усилением волн сокращений (рис. 5).

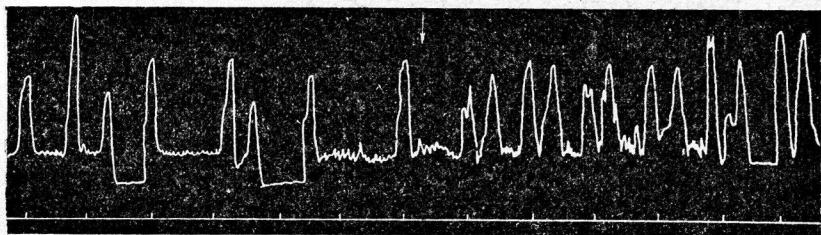


Рис. 5. Сокращения рубца при кормлении сухим сеном; ↓ — начало акта еды

По окончании еды начинается постепенный переход к более замедленному ритму сокращений. Первый период после окончания еды сухого сена характеризуется довольно мощными волнами сокращений, в последующем идет постепенное выравнивание отдельных сокращений и ритм замедляется.

Весьма характерные изменения сокращений рубца отмечаются при кормлении отрубями (рис. 6).

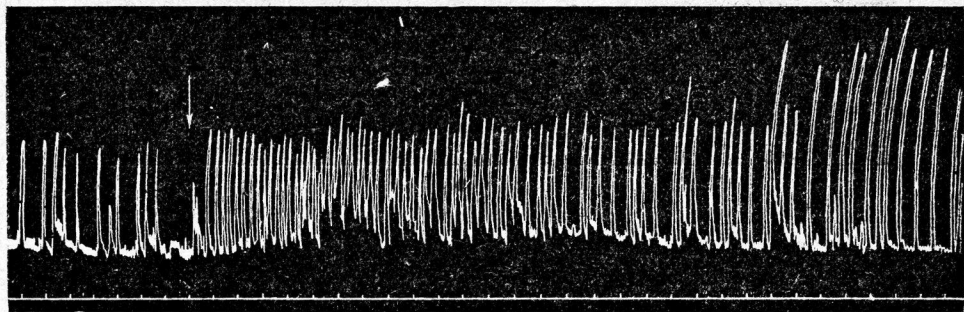


Рис. 6. Сокращения рубца при кормлении смоченными водой отрубями; ↓ — начало акта еды

На рис. 6 можно отчетливо видеть, что сразу же после приема смоченных водой отрубей наблюдаются усиление и учащение сокращений рубца; через 15—17 минут сокращения рубца становятся реже, но высота сокращений усиливается и остается на высоком уровне в течение долгого периода.

Прием воды оказывает значительное влияние на сокращение рубца. На рис. 7 приведен график, отражающий момент изменения характера сокращений рубца и сычуга в период приема воды (рис. 7).

После приема воды еще резче, чем при приеме молока, выступает задержка сокращений рубца. Период торможения продолжительный; отдельные волны сокращений за первые 5—10 минут редки. Восстановление сокращений рубца происходит постепенно и не является во всех случаях типичным.

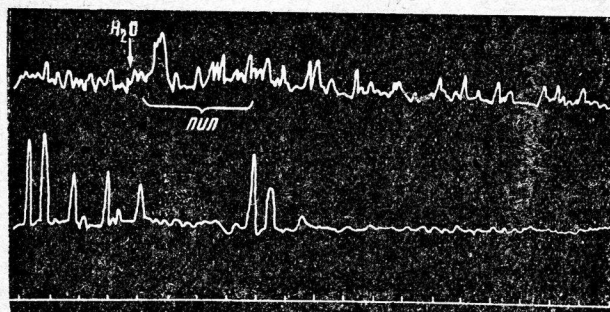


Рис. 7. Сокращения рубца и сычуга при приеме воды: верхняя кривая — сокращения сычуга; нижняя — сокращения рубца

Проводя наблюдение за сокращением рубца у телят натошак при голодании от 12 до 24 часов с применением при этом промывания рубца, мы не обнаружили каких-либо заметных продолжительных периодов покоя, как это наблюдается у человека и у плотоядных.

Переходим к рассмотрению моторной деятельности сычуга натошак и при кормлении.

Перед постановкой опыта натошак предварительно производилось промывание рубца и сычуга водой комнатной температуры. В большей части опытов регистрацию сокращений сычуга производили с одновременной же регистрацией сокращений и рубца.

На рис. 8 можно отчетливо видеть, что натошак сокращения сычуга как по силе волн, так и по ритму неодинаковы (рис. 8).

Более сильные волны сокращений сменяются слабыми, отдельные волны сокращений при расслаблении доходят до полного покоя, другие же, не дойдя до конца расслабления, вновь поднимаются. Отчетливо выявляется следующая картина: сокращения сычуга непрерывны; кроме одиночных волн сокращений, следующих тотчас одна за другой, наблюдаются слабые тонические сокращения сычуга; эти сокращения продолжительны и отмечаются на протяжении 3—6 минут. На фоне тонических сокращений отчетливо выступают одиночные сокращения. Тонические сокращения появляются периодами.

В период, когда тонических сокращений нет, остаются только одиночные волны сокращений. Вся кривая сокращений сычуга, таким образом, состоит из волн, более продолжительных тонических и постоянных одиночных, неодинаковых по высоте и форме, что придает кривой изломанный вид. Можно было бы предположить, что тонических сокращений в сычуге нет, а то, что наблюдается, зависит от передаваемого со стороны сокращений рубца давления баллончику. Но одновременная регистрация сокращений рубца и сычуга (рис. 8) не подтверждает высказанного мнения. В пилорической ча-



Рис. 8. Сокращения сычуга и рубца натошак

сти сычуга наблюдаются более выраженные волны перистальтического характера; эти волны, более мощные по силе и по ритму, более равномерны, тогда как в фундальной части отмечаются более слабые по силе и неравномерные по ритму волны.

Акт еды, связанный у телят с поступлением корма в преджелудки, заметных влияний на сокращения сычуга не оказывает, прием же воды, поступающей непосредственно в полость сычуга, незначительно усиливает и ускоряет пробег волн сокращений сычуга.

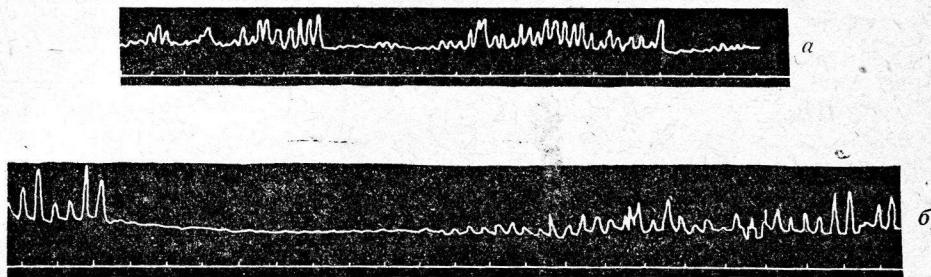


Рис. 9. Сокращения сычуга в период молочного питания

Наблюдая за сокращениями сычуга в период молочного кормления, можно видеть, что прием молока вызывает после его попадания в полость сычуга тормозящее действие на сокращения сычуга с последующими очень характерными на молоко сокращениями сычуга.

Период постепенно возрастающих сокращений сменяется периодом покоя, когда можно бывает отметить или очень слабые сокращения, или же сокращений совсем не наблюдается, т. е. наступает

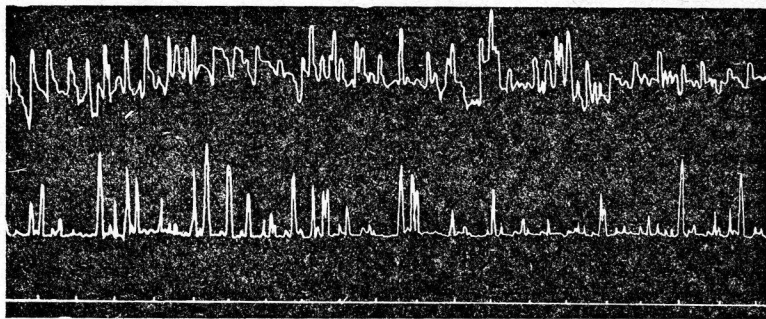


Рис. 10. Сокращения рубца и сычуга в период кормления травой: верхняя кривая — сокращения сычуга, нижняя кривая — сокращения рубца

полный покой. За период сокращений, кроме одиночных хорошо выраженных волн, можно отметить и тонические волны, которые при этом чаще проявляются, чем натошак (рис. 9).

Периоды сокращений неравномерны, возникают через 4—10 минут, продолжительность их равна 5—20 минутам.

В периоды кормления теленка травой характер сокращений сычуга значительно отличается от такового при кормлении молоком или же во время голодания (рис. 10).

Волны сокращений сычуга обычно при кормлении теленка травой бывают выражены довольно мощно и по высоте подъема часто превосходят волны сокращений рубца.

Периода покоя в данном случае отметить не удастся: сокращения сычуга непрерывны. Один из таких периодов мы приводим на рис. 10. Жвачка не оказывает заметных влияний на сокращения сычуга.

В ы в о д ы

1. Сокращения рубца у телят по характеру перистальтические. Отдельные волны сокращений следуют одна за другой не всегда с одинаковым ритмом, силой и частотой. Часто наблюдаются две волны, следующие одна за другой с интервалом не более 0,5 минуты. Наблюдаются также одиночные сокращения, чередующиеся с двойными или же тройными волнами сокращений.

2. Натошак и в период кормления продолжительного и полного покоя рубца не наблюдается.

3. Сила сокращений рубца находится в обратной, а периодичность в прямой зависимости от степени влажности содержимого рубца.

4. Акт еды и прием пойла оказывают влияние на сокращения рубца в зависимости от характера корма.

5. Слабые механические раздражения (резиновый баллончик) в момент их приложения вызывают скоро проходящие усиления и учащения сокращений рубца.

6. Сокращения сычуга у телят по характеру волнообразно-перистальтические; отмечается значительная неравномерность по силе и ритму отдельных волн сокращения. Как правило, полного и продолжительного периода покоя сычуга отметить не удастся.

7. Одним из существенных условий, оказывающим влияние на моторику сычуга, является поступление содержимого непосредственно в полость сычуга, его состав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wester, Die Physiologie und Pathologie der Vormagen beim Rinde, Berlin, 1926.—
2. Schalk a. Amadan, Physiology of the ruminant Stomach. (Bovine), Study of the dynamic factor, 216, 1925.—
3. К р а т и н о в, Проблемы животноводства, № 7, 1932.—
4. К р а т и н о в, О некоторых особенностях моторной деятельности пищеварительного тракта крупного рогатого скота (5-й съезд физиологов, 1934).—
5. П о п о в Н. Ф., О моторной деятельности желудка жвачных животных, Труды ВИЭВ, VI, в. 4, 1930.

ÜBER DIE MOTORISCHE TÄTIGKEIT DES PANSENS UND DES LABMAGENS BEIM NÜCHTERNEN UND GEFÜTTERTEN KALB

E. T. Chrutzky

Aus d. Physiologischen Laboratorium
d. West-Sibirischen Forschungsinstituts
f. Tierheilkunde und d. Physiologischen
Laboratorium d. Veterinär-Hochschule
zu Omsk (Vorst.: Prof. D. J. Krinitzin)

1. Die Kontraktionen des Pansens von Kälbern sind peristaltischer Art. Rhythmus, Intensität und Frequenz der aufeinanderfolgenden Kontraktionswellen sind nicht immer gleichmässig. Häufig beobachtet man zwei Wellen, die mit einem Intervall von weniger als 0,5 Min. aufeinander folgen. Es kommen aber auch Einzelkontraktionen vor, die zwischen doppelten und dreifachen Kontraktionswellen eingeschaltet sind.

2. Ein vollständiger Ruhezustand des Pansens von längerer Dauer lässt sich weder während des Nüchternzustands noch in der Fütterungsperiode beobachten.

3. Die Intensität der Kontraktionen des Pansens steht in umgekehrtem Zusammenhang, deren Frequenz in direktem Zusammenhang mit dem Wassergehalt des Panseninhalts.

4. Schwache mechanische Reizung (Gummiballon) ruft im Augenblick ihrer Einwirkung eine vorübergehende Zunahme der Höhe und Frequenz der Pansenkontraktionen hervor.

5. Die Kontraktionen des Kälberlabmagens sind wellenförmig-peristaltisch.

6. Die Intensität und der Rhythmus der einzelnen Kontraktionswellen sind sehr ungleichmässig. In der Regel gelangen keine längerdauernde Perioden vollständiger Ruhe zur Beobachtung.

7. Eine der wesentlichsten, die Motorik des Labmagens beeinflussen den Bedingungen, ist der Uebertritt von Chymus in den Labmagen und dessen Zusammensetzung.

О ФИКСИРОВАНИИ ЗАКОПЧЕННЫХ ЛЕНТ

Е. Т. Хруцкий

Из кафедры физиологии Омского ветеринарного института (зав.—проф. Д. Я. Крицкий)

Поступила в редакцию 1.X.1936 г.

Во многих физиологических лабораториях занимались изысканием фиксаторов для закопченных лент, заменяющих шеллак.

Новый метод фиксирования закопченных лент, предложенный Горбуновой-Николаевой и Савичем («Физиологический журнал СССР», XX, № 2, 1936), имеет ряд положительных сторон, а именно: фиксация лент оказывается более прочной и ленты становятся более или менее эластичными. К недостаткам этого способа следует отнести сложность и кропотливость приготовления фиксатора.

Позднее А. В. Медведевым был предложен («Физиологический журнал СССР», XXI, № 4, 1936) метод фиксирования закопченных лент с помощью казеинового фиксатора. Следует отметить, что и этот способ приготовления фиксатора сложен.

В настоящей статье мы рекомендуем простой и не требующий сложных приготовлений раствор для фиксирования закопченных лент.

Рецепт его следующий:

Спирт-сырец ректификат (не менее 90°)	800,0
Канифоль в порошке	50,0
Скипидар очищенный	150,0

Все это смешивается вместе, и через 30—40 минут фиксатор готов к употреблению.

Ленты высыхают через 15—20 минут, копоть не стирается; ленты сохраняют такой же цвет, как и до фиксации, приобретают эластичность и не ломаются; если слегка протереть хорошо высохшую ленту ваткой, то она приобретает некоторый блеск.

В заключении следует отметить, что рекомендуемый нами реактив для фиксирования закопченных лент вполне может заменить дорого стоящий шеллак.

ÜBER DAS FIXIEREN VON BERUSSTEM KYMOGRAPHEN-BAND

Е. Т. Chrutzky

Aus dem Physiologischen Laboratorium
d. Veterinär-Instituts, Omsk

ХРОНОГРАФ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

М. Г. Степанов

Из кафедры фармакологии Донецкого
медицинского института (зав. — доц.
М. Степанов)

Поступила в редакцию 3.IV.1937 г.

Экспериментатору-биологу известно, насколько важно, наряду с графической регистрацией результатов эксперимента, производить и регистрацию времени.

Практически это осуществляется применением аппаратуры, дающей возможность регистрировать секунды и даже доли секунды.

Для этой цели служат различные приборы, начиная от классических часов Людвига и Боудича и кончая таким портативным аппаратом, как часы Жаке. В некоторых случаях пользуются более примитивными приспособлениями к метроному или к ходикам ртутного контакта с использованием электроотметчика. Кстати сказать, последнее весьма неудовлетворительно, так как постоянное окисление поверхности ртути и зависимость от напряжения электросети усложняют пользование ими. Наиболее удобным является хронограф системы Жаке. В основу конструкции прибора положены два часовых механизма: один служит для отсчета времени, а другой — как механическая сила, подбрасывающая рычажок, укрепленный одним концом на верхней горизонтальной площадке прибора.

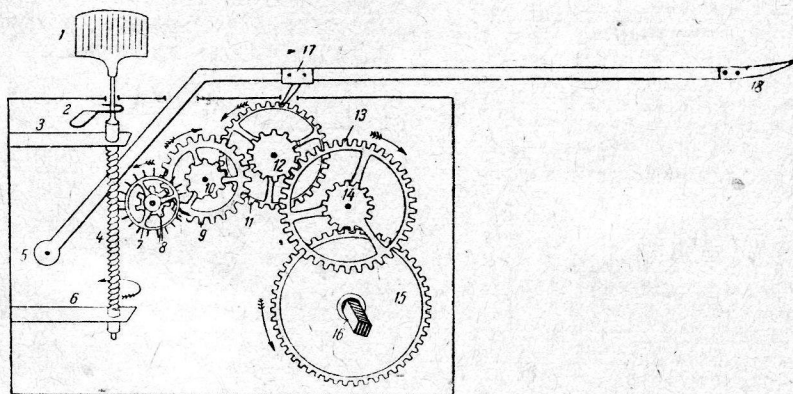


Рис. 1

Хронограф Жаке дает возможность отмечать $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{10}$ секунды.

Но указанной системы хронограф Жаке у нас в Союзе пока не производится, а импортная его цена — 300 золотых марок.

Значительная потребность в соответственном приборе, особенно если учесть нужду периферических лабораторий институтов и научно-исследовательских учреждений, организованных за последние годы, делает вопрос о производстве у нас в Союзе хронографов чрезвычайно актуальным.

Работая ряд лет на периферии, мы постоянно испытывали недостаток в этих приборах. Наши попытки заполнить этот пробел осуществились благодаря применению флюгерной нагрузки различного размера и веса на часовой механизм. По нашим указаниям и руководству т. Покровский (часовщик) приготовил при нашей кафедре (Донецкий медицинский институт) указанный хронограф.

Наш прибор по своей конструкции чрезвычайно прост. Простота его конструкции, как это видно из приводимой схемы, дает возможность приготовить его в мастерских, которые, как правило, имеются при институтах.

Не вдаваясь в подробное описание, ввиду ясности и простоты схемы, укажем наименование составных частей (рис. 1 и 2).

1 — флюгер, надеваемый на выдающийся из коробки стержень червячка; 2 — пусковое приспособление; 3 — верхний упор червячка; 4 — червячок вертикального вращения; 5 — место подвижного прикрепления червячка; 6 — нижний упор червячка; 7—8 — шестеренка, вращающая червячок; 8; внутренняя зубчатая

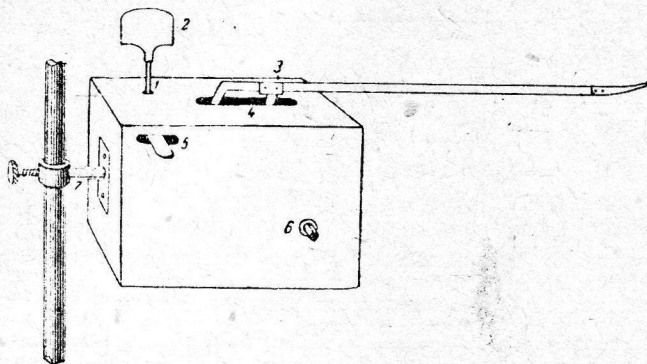


Рис. 2. Внешний вид хронографа: 1 — выступающая часть червяка, 2 — флюгер, насаженный на стержень червяка, 3 — наружная часть рычажка, 4 — штифтик, подбрасывающий рычажок, 5 — пусковой механизм, 6 — место ключа, 7 — прикрепление к штативу.

Примечание. К хронографу прилагается набор флюгеров, выверенных хронометром.

тая поверхность 8 в свою очередь приводится в движение наружной зубчатой поверхностью шестеренки (9—10). Такая последовательная связь (сцепление) применена и в отношении всех остальных шестеренок, т. е. 9—10 связаны через зубчатую поверхность 9 с шестеренкой 11—12. В свою очередь шестеренка 11—12 соприкасается с зубчатой 13, которая, наконец, приводится в движение вращающимся барабаном 15, зубчатая поверхность которого при вращении увлекает и шестеренку 13—14. Барабан 15 содержит пружину, которая заводится ключом снаружи 16. Деталь 17 — штифтик, будучи прикреплен к рычажку, при вращении шестеренки 11—12 отталкивается, в результате чего выдающаяся из коробки часть рычажка 5 подбрасывается; 8 — пишущее перо, прикрепленное к рычажку.

Наш хронограф дает возможность отмечать время 0,20, 1 и 5 секунд (рис. 3). В зависимости от величины флюгера эти цифры можно изменять.

Портативность и удобство пользования, а также значительная простота конструкции по сравнению с хронографом Жаке дают возможность легко организовать массовое производство хронографа нашей системы.

Для производства хронографа предлагаемой системы можно использовать механизм стандартного будильника, что безусловно удешевит его стоимость. При массовом производстве стоимость хронографа не превысит 100 рублей.

Хронограф демонстрирован в научных учреждениях Ленинграда: в Научно-исследовательском фармацевтическом институте (проф. Я. И. Периханянц), на кафедре фармакологии Военно-медицинской академии (проф. Аничков) и в Институте гигиены труда и профзаболеваний (д-ра мед. наук Лазарев и Закусов). В Москве он демонстрировался в физиологической лаборатории Института им. Обуха (проф. И. П. Разенков).

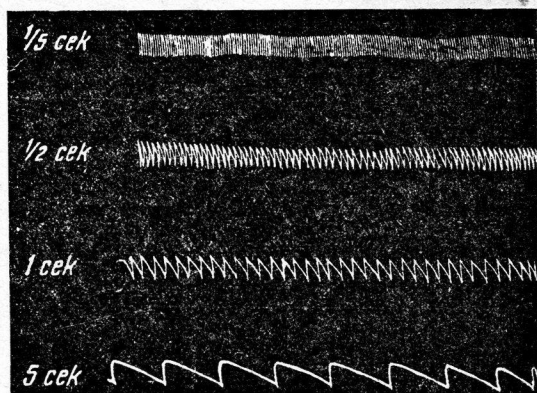


Рис. 3.

EIN NEUES CHRONOGRAPHEN-MODELL

M. G. Stepanow

Aus dem Pharmakologischen
Laboratorium (Vorst.: M. Stepanow) d.
Medizinischen Instituts, Rostow a/D.

КИШЕЧНОЕ СОКООТДЕЛЕНИЕ У ЛОШАДИ

*А. А. Кудрявцев*Из Всесоюзного института
экспериментальной ветеринарии
(дир. К. Г. Мартин)

Поступила в редакцию 10.III.1937 г.

В литературе имеются указания на попытки изучения секреции кишечного сока и его свойств у лошади. Сюда можно отнести единственный эксперимент В. В. Попова и Д. П. Полякова, в котором авторы для получения чистого кишечного сока у лошади производили операцию по методу Тири-Велла двум жеребяткам — одному в 3-месячном и второму в 6-месячном возрасте. 1-й жеребенок пал на 4-й день после операции при явлениях перитонита и только на втором удалось поставить несколько опытов по выяснению секреторной деятельности желез кишок и ферментативного состава кишечного сока.

Авторы наблюдали непрерывное сокоотделение в колеблющихся количествах. Введенный под кожу пилокарпин увеличивал отделение сока.

Из ферментов авторы обнаружили эрепсин, мальтазу, лактазу, инвертазу и энтерокиназу. Инулаза, тирозиназа и пептидаза не были обнаружены. Наблюдения Шохова, Троицкого и др. на лошадях, имевших фистулы тонких кишок, не проливают света на затрагиваемый вопрос. Причины, тормозящие работу по изучению свойств кишечного сока у лошади, лежат, с одной стороны, в дороговизне опытных животных, с другой — в оперативной технике. Сложные полостные операции у лошади до последнего времени считаются мало осуществимыми.

Имея опыт в производстве полостных операций на лошадях, мы поставили себе целью выработать методику получения хронически оперированных лошадей с изолированными кишками по измененному в нашей лаборатории методу Тири и, получив таких животных, изучить механизм секреции кишечного сока, свойства его и всасывающую способность кишечной стенки.

В настоящем исследовании освещены секреторная деятельность кишечной стенки и физические свойства кишечного сока лошади.

Для разрешения поставленной цели было оперировано два жеребенка в полугодовалом возрасте, на первом изучалась всасывающая способность кишечной стенки, а для опытов был использован второй жеребенок.

Методика операции по получению изолированной кишки у лошадей сводилась к следующему. Двукратно вакцинированное животное (применялась стрепто-стафилококковая вакцина) за сутки до операции лишалось корма и питья. Место операции тщательно выбривалось. В день операции в прямую кишку вводилось 200 см³ винного спирта, растворенного в воде, смешанной с крахмальным клейстером. Спустя 30 минут после введения спирта животное вводилось в операционную и клалось на правый бок. Ноги фиксировались веревками к специальным кольцам, вделанным в пол, который предварительно дезинфицировался.

Фиксированному животному давался эфир-хлороформный наркоз. После ответственной обработки поля операции приступали к операции. Отступая 2 см от края ложных ребер, параллельно последним делался разрез длиной 10 см. Пройдя в брюшную полость и наметив место пересечения кишки, приступали к перевязке сосудов и иссечению куска кишки по существующим методам. После вос-

становления проходимости кишечника головной конец изолированной кишки зашивался наглухо, а в каудальный конец вставлялась серебряная канюля, к которой двух-трехэтажным швом плотно фиксировалась кишка так, чтобы металл соприкасался с серозной ее оболочкой. В специальное отверстие, сделанное на некотором расстоянии от разреза, выводилась канюля, на наружный конец которой наворачивался поддерживающий диск. Слепой конец кишки пришивался к брюшине так, чтобы изолированный отрезок был подвешен: последнее предотвращает выпадение. Разрез брюшной стенки зашивался обычным способом.

Как показали наши опыты, предварительная вакцинация, повидимому, предохраняет от перитонита.

Оперированные животные жили долгий срок после операции. Наблюдения за кишечным сокоотделением в наших опытах производились на фоне кормления, состоящего из сена и овса.

Наблюдения за отделением кишечного сока у лошади показали, что из отверстия кишечной канюли не выделяется никакого секрета, а если и отделяется, то чрезвычайно скудное количество.

При введении дренажей трубки в просвет кишки, как это обычно делается в этих случаях, сейчас же наступает сокоотделение.

В табл. 1 по часам иллюстрируется кишечное сокоотделение.

Таблица 1

Дата исследования	Кишечное сокоотделение по часам в см ³		
	1-й час	2-й час	3-й час
8.V	14	10	10
14.V	5	4	3
23.V	3	2	5
29.V	6	4	5
2.VI	2	4	4
15.VI	8	6	5
19.VI	5	4	4
26.VI	2	2	2
29.VI	4	5	4

Всего был поставлен 51 опыт.

За 1-й час имели место следующие колебания количеств кишечного сока: минимум — 2 см³, максимум — 14 см³; в большинстве же опытов количество приближалось к 5—6 см³. Во 2-й и 3-й час мы имели аналогичную картину. Что же касается часовых изменений количеств отделяемого сока, то заметных отклонений не наблюдалось в течение 3 часов. Если в опыте в 1-й час мы наблюдали незначительную секрецию (опыт за 29.VI), то секреция в последующие часы оставалась на том же или близком уровне. В случаях, когда в 1-й час наблюдалась значительная секреция, ее уровень также почти не понижался (опыт за 8.V).

Таким образом, наши опыты показывают, что механическое раздражение слизистой оболочки тонкой кишки является энергичным возбудителем кишечных желез. Эта закономерность аналогична уже полученной другими авторами на собаках и других животных.

В полученном кишечном соку исследовались: pH (электрометрически по Michaelis), сухой остаток (по Bang), удельный вес (пикнометрически и ареометрически), общий азот (по Кьельдалю), аминный азот (по van Slyk) и вязкость (по Ostwald).

В табл. 2 помещены данные относительно качественного состава кишечного сока.

Кроме того, было выяснено действие некоторых веществ на секрецию кишечных желез. Нами были испытаны раствор соляной кислоты, желудочный сок лошади, глауберова соль, каломель и пилокарпин.

Таблица 2

Пределы колебаний	рН	Вязкость	Сухой остаток	Удельный вес	Криоскопия	Азот в мг %	
						общий	аминный
Минимум . . .	8,16	1,116	1,99	1,004	0,56	1,92	0,358
Максимум . . .	8,68	1,766	5,48	1,014	0,64	6,06	0,661

Перед испытанием какого-либо вещества устанавливался фон кишечной секреции в течение 2 часов, после чего на 15 минут в водном растворе в кишку вводилось (из шприца) испытуемое вещество. Спустя 15 минут испытуемое вещество из изолированной кишки выливалось и кишка промывалась водой. Только пилокарпин вводился под кожу. Кишечный сок собирался в течение 2 часов после введения.

Полученные данные сведены в табл. 3.

Таблица 3

Дата исследования	Испытуемое вещество	Количество сока за 2 часа в см ³	
		до введения	после введения
4.VII	Каломель 0,7 г в	15	8
7.VII	20 см ³ воды	15	13
8.VII	1/n раствор	21	26
10.VII	HCl 20 см ³	13	18
16.VII	Глауберова соль	9	12
17.VII	в 20 см ³ воды	14	15
22.VII	Желудочный сок лошади	7	9
23.VII	20 см ³	5	5
25.VIII	Пилокарпин 0,1	8	24
26.VIII	под кожу	8	31

Из таблицы видно, что каломель, соляная кислота, глауберова соль и желудочный сок при введении их в изолированную кишку лошади не оказали существенного влияния на количество отделяющегося сока. Пилокарпин же вызвал резкое усиление секреции кишечного сока в 1-й час после введения; в последующий час секреция сока возвращалась к норме.

Обобщая наши наблюдения, мы приходим к следующим выводам:

1. Отделение кишечного сока у лошади из изолированного отрезка тонкой кишки не происходит без применения механического раздражителя. Механический раздражитель же в виде дренажной трубки вызывает сокоотделение.

2. Количество отделяющегося кишечного сока по часам в один и тот же день близки друг к другу. Уровень секреции в разные дни различен.

3. Свойства кишечного сока в разные дни различны.

4. Каломель, соляная кислота, глауберова соль и желудочный сок лошади при введении их в изолированный кишечник не вызывают существенных изменений в секреции кишечного сока. Пилокарпин при введении под кожу резко усиливает секрецию кишечного сока в 1-й час после введения.

ЛИТЕРАТУРА

В. В. Попов и Д. П. Поляков, Северокавказский вестник ветеринарии, № 6, 1929.—Н. И. Шохор и А. А. Веллер, Военная экспериментальная зоопатология, 1933.—И. А. Троицкий, Успехи зоотехнических наук, в. 5, 1936.

DIE DARMSAFTSEKRETION BEIM PFERDE

A. A. Kudrjawtzew

Aus d. Institut d. UdSSR f.
experimentelle Tierheilkunde (Dir.:
K. G. Martin)

Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zum Studium der sekretorischen Tätigkeit der Darmdrüsen und der Eigenschaften des Darmsafts beim Pferde.

Zu den Versuchen diente ein 1 $\frac{1}{2}$ Jahre altes Fohlen mit isolierter Dünndarmschlinge nach der in unserem Laboratorium abgeänderten Methode von Thiry.

Die Beobachtung der Darmsaftsekretion beim Pferd ergab, dass aus dem isolierten Dünndarmabschnitt ohne mechanischen Reiz kein Saft sezerniert wird. Beim Vorliegen eines solchen Reizes in der Form eines Drainage-Rohrs findet Sekretion statt.

Die sezernierte Saftmenge ist von Tag zu Tag verschieden und schwankt zwischen 2 und 14 cm³ pro Stunde. An ein und demselben Tage sind die stündlich sezernierten Saftmengen ungefähr gleich.

Die Eigenschaften des Darmsafts sind von Tag zu Tag verschieden und schwanken in folgenden Grenzen: pH—8,16 bis 8,68; Viskosität—1,116 bis 1,766; Trockenrückstand—1,99 bis 5,48; spez. Gewicht—1,004 bis 1,014; Gefrierpunkt—–0,56° bis –0,64°; Gesamt-N—1,92 bis 6,06 mg%; Amino-N—0,358 bis 0,661 mg%.

Untersuchungen über den Einfluss einiger Substanzen auf die Darmsekretion ergaben, dass Kalomel, N/10 Salzsäure, Magensaft von Pferden und 20% Glaubersalzlösung bei 15 Min. langem Verweilen im isolierten Darmabschnitt keine wesentlichen Änderungen der Sekretion auslösen. Subkutane Injektion von Pilocarpin rief eine starke Zunahme der Darmsaftsekretion während der ersten Stunde nach der Injektion hervor: in den folgenden Stunden wurden normale Sekretionswerte beobachtet.

УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЕ СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ НА ВИД И ЗАПАХ ПИЩИ У ЛОШАДИ ИЗ ОКОЛОУШНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

И. А. Троицкий

Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии (дир. К. Г. Мартин). Лаборатория физиологии сельскохозяйственных животных (зав. Троицкий И. А.)

Поступила в редакцию 10.III.1937 г.

На основании огромного экспериментального материала можно считать установленным, что секреция слюны у собаки осуществляется совместным действием двух рефлексов — безусловного и условного. По отношению к травоядным животным такого рода заключения сделать нельзя, так как имеющийся экспериментальный материал недостаточен и к тому же противоречив. В. Элленбергер и А. Шейнерт (1) пришли к выводу, что условные рефлексы имеют небольшое значение для выделения слюны у сельскохозяйственных животных. В частности, данным авторам не удавалось получить даже и нескольких капель слюны из околоушной железы лошади при показывании корма.

А. Gottschalk (2), работая на лошадях, имевших фистулы околоушной железы, отмечает, что условнорефлекторное раздражение не вызывает секреции. Муликов (3) также пришел к выводу, что лошади несвойствен механизм условнорефлекторного слюноотделения из околоушных желез. W. Lenkeit (4) (1933) в сводке литературы по вопросам пищеварения сельскохозяйственных животных отмечает, что «психическая» секреция наблюдалась Trautmann у свиней, в отношении же лошади нет указаний на условнорефлекторное слюноотделение из околоушных желез. И. Троицкий (5) провел работу на трех лошадях, имевших одностороннюю фистулу слюновода протока, и тоже не наблюдал условнорефлекторного слюноотделения при показывании корма. Однако наблюдение за поведением лошади во время опытов заставило автора поставить специальное исследование, чтобы проверить факт отсутствия условнорефлекторного слюноотделения у лошади в длительном опыте. Литературные данные, в частности, работа О. Wassmann (6) (1934), который у лошади с фистулой подчелюстной железы постоянно наблюдал секрецию слюны при показывании ей корма, подкрепляли необходимость еще раз проверить имеющиеся факты.

Методика работы

Эксперимент ставился на лошади в возрасте 7 лет, имевшей хроническую одностороннюю фистулу слюновода протока с левой стороны. Операция была произведена 10.I.1936 г. В течение февраля, марта и апреля лошадь была под опытом для установления качественных особенностей слюны. За этот период Троицкий и Дашина (8) не наблюдали условного слюноотделения. Отмечалось только, что количество слюны у данной лошади было значительно больше, чем у других фистульных лошадей, что лошадь более возбудима и обладает хорошим аппетитом. Прежние опыты ставились утром, натощак, с дачей овса, сена и отрубей небольшими порциями (25—50 г). Опыты по влиянию условного раздражения на слюноотделение начались с 20.V и ставились следующим образом. Лошадь

выдерживалась в станке без корма 2—3 часа, затем применялось поддразнивание в течение 3 минут сеном или овсом с обязательным подкреплением дачей соответствующего корма. При поедании корма определялась одновременно фаза секреции (повышенная, пониженная). Показателями были латентный период, время поддразнивания, количество капель или куб. сантиметров слюны, продолжительность секреции. Получаемая слюна в зависимости от количества исследовалась на удельный вес, вязкость, кроме того, в ней определялся сухой остаток.

Результаты и обсуждение материала

Уже первые предварительные опыты показали, что данная лошадь на показывание корма отвечает реакцией слюноотделения из околоушной железы, количественно сильно варьирующей в зависимости от фазы возбуждения железы и характера корма. В таблице приводится ряд характерных опытов.

Таблица 1

Отделение слюны при условном раздражении

Дата исследования	Дразнение кормом	Время дразнения в минутах	Латентный период в секундах	Количество капель слюны	Количество слюны в см ³	Подкормка	Фаза секреции	Примечания
28.V	Овес	3	10	45	2	Овес	Повышена	Смена фаз искусственно вызывалась дачей воды, которая сама по себе не вызывает секреции При дразнении наблюдались жевательные движения
28.V	Сено	3	95	11	—	Сено	Понижена	
31.V	»	3	15	—	6	»	Повышена	
31.V	Овес	3	90	7	—	Овес	»	
31.V	Сено	3	120	21	1	Сено	Понижена	
1.VI	»	3	50	16	—	»	»	
1.VI	Овес	3	80	11	—	Овес	»	
8.VI	Сено	3	32	77	5	Сено	Повышена	
8.VI	»	3	95	10	—	»	»	
10.VI	»	3	24	77	5	»	»	
10.VI	»	3	35	17	1	»	Понижена	
16.VI	Овес	3	34	19	1	Овес	»	
16.VI	»	3	105	3	—	»	»	
22.VI	Сено	3	15	110	7	Сено	Повышена	
22.VI	»	3	25	84	5	»	»	
22.VI	»	3	3	5	—	»	Понижена	

Анализ этого материала показывает, что условнорефлекторное слюноотделение по количеству и ходу секреции соответствует слюноотделению, вызванному соответственными кормовыми раздражителями. По данным Троицкого и Дашиной (7), лошадь больше всего выделяет слюны на сено и менее на овес; латентный период понижается в фазу повышенной секреции; выделение слюны на овес в фазу пониженной секреции очень незначительно (на 1 кг овса в среднем 210 см³). При условном раздражении мы видим, что на сено в фазу повышенной секреции количество выделяющейся слюны больше, чем в фазу пониженной секреции, и больше, чем на овес в ту же фазу. В фазу пониженной секреции количество условнорефлекторной слюны снижается и на овес иногда доходит за 3 минуты до 3 капель. Латентный период возбуждения железы в фазу повышенной секреции снижается так же, как и при даче естественных кормов, и уже по латентному периоду можно было судить, как будет работать железа. Жевательные движения сами по себе, как это показано нами в предыдущей работе, не вызывают слюноотделения из околоушных желез. Следовательно, условнорефлекторное раздражение вызывает слюноотделение из околоушной железы, количествен-

но соответственно тому виду корма, которым производится дразнение животного. Лошадь отвечает на условное раздражение так же, как будто бы она ест соответственный корм, только в уменьшенном количестве.

По своему качественному составу слюна, получаемая в результате условнорефлекторного раздражения, имеет более высокий удельный вес, повышенную вязкость и большее количество плотных веществ, чем слюна, получаемая на естественные кормовые раздражители.

Таблица 2

Удельный вес, вязкость и количество плотных веществ слюны при кормлении и условнорефлекторном раздражении

Дата исследования	Удельный вес		Вязкость		Количество плотных веществ в ‰		Примечание
	кормление	условнорефлекторное раздражение	кормление	условнорефлекторное раздражение	кормление	условнорефлекторное раздражение	
2. VI	1 004	1 008	1 036	1 111	—	—	Из-за недостатка слюны не всегда можно было провести исследования в порциях, полученных как при условном раздражении, так и при кормлении
3 VI	1 004	1 008	0 094	1 115	—	—	
9 VI	1 006	1 008	—	—	1,80	2,17	
15 VI	1 004	1 006	—	—	1,14	3,10	
16. VI	1 006	1 010	—	—	—	—	
1. VII	1 006	1 008	1 020	1 182	—	—	
2. VII	1 005	1 012	—	—	2,13	2,87	
Средние числа	1 005	1 008	1 050	1 139	1,69	2,71	

По данным Б. П. Бабкина (8), условнорефлекторное отделение слюны в качественном отношении соответствует отделению, вызванному прямым соприкосновением вещества со слизистой оболочкой полости рта. Имеются, правда, незначительные отклонения, которые не могут изменить выявившейся закономерности. Наши еще незначительные данные говорят, что при условнорефлекторном раздражении у лошади выделяемая слюна по сравнению со слюной, полученной на соответственные кормовые раздражители при еде, отличается более высоким удельным весом, повышенной вязкостью и большим количеством плотных веществ. Мы склонны объяснить данный факт, противоречивый по отношению к фактам, полученным на собаках, следующими моментами. При естественном кормлении околушная железа лошади выделяет огромное количество слюны: так, на поедаемом 1 кг сена данная лошадь выделяла до 2 500 см³, что составляет в сутки до 50 л. Слюна околушной железы — серозная, с незначительной концентрацией плотных веществ. При условнорефлекторном раздражении количество слюны резко уменьшается и она является более концентрированной, чем слюна, получаемая при естественном кормлении.

Чем же объяснить, что ряд русских и иностранных авторов (Муликов, Gottschalk, Lenkeit), работая с лошадьми, имеющими хроническую фистулу околушной железы, при аналогичной методике не наблюдали выраженного условнорефлекторного слюноотделения, что позволило Муликову, а также Элленбергеру и Шейнерту сделать вывод, что лошади несвойствен механизм условнорефлекторного

слюноотделения. Мы склонны думать, что наша лошадь, во-первых, была более возбудимой, во-вторых, предварительное исследование на лошади при даче определенных кормов с определенными интервалами подготовило животное к выработке условнорефлекторного слюноотделения.

В ы в о д ы

1. Условнорефлекторное раздражение (дражнение кормом) вызывает отделение слюны из околоушной железы лошади.

2. По количеству слюны условнорефлекторное слюноотделение отвечает характеру корма (на сено слюны больше, чем на овес) и находится в зависимости от фазы возбуждения железы (в фазу повышенной секреции больше, чем в фазу пониженной секреции).

3. По качеству слюны, получаемая в результате условнорефлекторного раздражения, имеет более высокий удельный вес, повышенную вязкость и большее количество плотных веществ, чем слюна, получаемая при естественном кормлении на соответственных кормах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элленбергер В. и Шейнерт А., Руководство по сравнительной физиологии домашних животных, Сельхозгиз, 1933.—2. Cottschalk, Über die Sekretion der Parotis des Pferdes, Dissert., 1910.—3. Муликов А. П., Физиол. журн. СССР, XVI, в. 3, 1933.—5. Lenkeit W., Ergebn. Physiol., 35, 571—589, 1933.—5. Троицкий И. А., Физиол. журн. СССР, XX, в. 3, 1936.—6. Wassmann Otto, Zur Sekretion der Glandula mandibularis des Pferdes, Dissert., Hannover., 1934.—7. Троицкий И. А. и Дашина Е., Количественный и качественный состав слюны околоушной железы лошади, рукопись.—8. Бабкин Б. П., Внешняя секреция пищеварительных желез, Гиз, 1927.

BEDINGT-REFLEKTORISCHE SPEICHELSEKRETION AUS DER PAROTIS AUF ANBLICK UND GERUCH DES FUTTERS BEIM PFERD

I. A. Troitzky

Aus d. Laboratorium f. Physiologie
d. landwirtschaftl. chen Nutzt ere
(Vorst.: I. A. Troitzky), Inst. d. U1SSR f.
experimentelle Tierheilkunde (Dir.:
K. G. Martin)

1. Bedingt-reflektorische Reizung (Vorzeigen von Futter) löst beim Pferd Sekretion von Speichel aus der Parotisdrüse aus.

3. In quantitativer Beziehung entspricht die bedingt-reflektorische Speichelsekretion der Art der Nahrung (auf Heu wird mehr Speichel sezerniert als auf Hafer), und ist von der Erregungsphase der Drüse abhängig (in der Phase der erhöhten Sekretion wird mehr Speichel abgegeben als in der Phase erniedrigter Sekretion).

3. Qualitativ unterscheidet sich der auf bedingt-reflektorische Reizung abgesonderte Speichel durch höheres spezifisches Gewicht, erhöhte Viskosität und grösseren Trockenrückstand von dem Speichel, der bei natürlicher Fütterung mit dem entsprechenden Futter sezerniert wird.

РЕЦЕНЗИИ

Ernest Baldwin, *An Introduction to Comparative Biochemistry*. With a foreword by Prof. Sir F. G. Hopkins, pp. XV + 112, Cambridge University Press, 1937.

Эрнест Болдуин, Введение в сравнительную биохимию. С предисловием проф. Ф. Г. Гопкинса. Стр. XV + 112, Кембридж, University Press, 1937, цена 5 шиллингов.

Запросы зоологической и ботанической систематики, требовавшие накопления по возможности исчерпывающего фактического материала по описательной биологии, послужили основой для раннего расцвета сравнительной морфологии; в настоящее время последняя является высокоразвитой научной дисциплиной, данные которой составляют прочный фундамент эволюционного учения и экологии животных и растений. Значительно позднее началось развитие сравнительной физиологии и особенно сравнительной биохимии, которая еще только складывается в самостоятельное направление исследования. Фактические данные в этой области еще малочисленны, лишены систематичности и разбросаны. Между тем без обобщения накопленных фактов не может быть намечено дальнейшее направление работы, не могут быть оценены ее перспективы. В полном объеме такое обобщение пока еще невозможно, и, естественно, маленькая книжка Болдуина представляет не столько введение в систематический курс по сравнительной биохимии, сколько серию этюдов, излагающих современные данные по некоторым избранным проблемам. Автор сумел очень удачно выбрать именно те проблемы, исследование которых продвинуто настолько далеко, что уже возможно теоретическое обобщение результатов, вскрывающее закономерное развитие химического состава и функций организмов в зависимости от исторически складывающихся изменений условий их существования. Именно химическая адаптация — приурочение внутренних соотношений к изменениям окружающей среды — тот основной движущий принцип эволюции видов, который находит яркое отражение в рассмотренных автором примерах, с полной убедительностью показывающих высокую познавательную ценность сравнительно биохимического подхода для прогресса эволюционного учения. За исключением последней главы, посвященной новейшим открытиям по сравнительной химии пигментов и дыхательных катализаторов, т. е. области, где эволюционные обобщения еще преждевременны, автор сознательно и с полным основанием приводит только те факты, которые уже могут быть осмыслены в свете теории развития видов, и воздерживается от изложения разрозненных чисто описательных данных.

Книга Болдуина написана под сильным влиянием идей его учителя Дж. Нидгема, который с полным правом может быть назван творцом современной биохимии фило- и онтогенеза. Наиболее увлекательными в книге являются мастерски изложенные главы об изменениях водного, солевого и азотистого обменов, которые обеспечили в ходе эволюции сохранение постоянства внутренней среды организмов при переходе их от морских к пресноводным и, далее, к сухопутным условиям существования. Автор сумел весьма наглядно отобразить связь между новыми условиями осморегуляции, связанными с изменениями водно-солевого режима организмов, с одной стороны, и изменениями структуры и функции аппаратов всасывания и экскреции, обеспечившими адаптацию обмена веществ, — с другой. Столь же интересны обобщения (заимствованные у Нидгема), которые касаются адаптации путей азотистого обмена в зависимости от водного или наземного образа жизни и от способа размножения (откладывание яиц под водой или на суше, живорождение). Специальная глава посвящена получившим широкую известность исследованиям по сравнительной химии фосфогенов и их значению для эволюционного учения. Везде с полным правом оттенена особая важность изучения биохимии переходных форм (как, например, мигрирующие рыбы. *Enteropneusta*, *Tunicata*) и реликтовых видов (пресноводные пластинчатожабры, *Protochordata*).

Изложение, рассчитанное на студентов-биологов, выдержано на уровне, доступном пониманию каждого, кто знаком с элементарными основами биологической систематики, общей физиологии и эволюционного учения. В предисловии и эпиграфах автор в противовес ограниченному практицизму некоторых кругов ученых и администрации научных учреждений в капиталистических странах выступает в защиту важности научных исследований в областях, которые на сегодняшний день являются чисто теоретическими, но в перспективе могут приобрести крупное общенаучное и практическое значение, как это блестяще показали работы в области биохимии беспозвоночных. Мы не сомневаемся, что перевод книги Болдуина на русский язык вызвал бы значительный интерес со стороны советских читателей.

А. Е. Браунштейн

Eric Holmes, *The Metabolism of Living Tissues*. Foreword by Prof. Sir F. G. Hopkins, X, p. 235, Cambridge University, Press, 1937, 7 s., 6 d.

Эрик Холмс, Обмен веществ в живых тканях. С предисловием проф. Ф. Г. Гопкинса, Кембридж, 1937.

Оригинальная, мастерски написанная книжка Э. Холмса, несомненно, будет встречена с большим одобрением всеми биохимиками и заинтересованными работниками смежных дисциплин. Автор, который сам является видным исследователем в области тканевого обмена, представил в форме связного изложения, на уровне, доступном пониманию студентов естественного факультета, новейшие данные о динамике обмена веществ в животных тканях, еще не вошедшие в учебники биохимии. Отказавшись от традиционного распределения материала по признаку превращений отдельных веществ, автор рассматривает последовательно, по отдельным органам, наиболее характерные для каждого из них процессы метаболизма, останавливаясь там, где это допускает нынешний уровень знаний, на интимной связи этих процессов с физиологической функцией органа.

Увлекательное и живое изложение, свободное от излишних деталей, умелая схематизация сложнейших вопросов и критический учет достоверности излагаемых данных свидетельствуют о большом педагогическом опыте и таланте автора. Не цитируя ни одной отдельной работы, в весьма доступной форме Холмс разворачивает перед читателем яркую картину химической деятельности органов животного тела в том виде, как она рисуется исследователю, активно участвующему в экспериментальной разработке современного учения о тканевом обмене.

Наиболее интересны главы об общих принципах методики изучения клеточного обмена, обмене лечения, почек и нервной системы, в которых затронуты также результаты самых последних исследований автора и его коллег из Кембриджской школы, опубликованные уже после выхода в свет рецензируемой книги. Главы, посвященные окислительным процессам и химии мышц и сердца, пожалуй, чрезмерно сжаты и дают отрывочное, недостаточно полное представление об описываемых явлениях. Наименее удачными следует признать добавочные главы о гормонах, витаминах и роли некоторых минеральных веществ, несколько выпадающие из общего плана книги. Относящиеся сюда вопросы, менее близкие автору, изложены упрощенно, слишком схематично и местами не вполне точно (например, обмен кальция и витамин D, вопрос о роли гуанидиновых веществ при тетании и др.). Эти небольшие недочеты, однако, не снимают ценности книги, восполняющей оцутительный пробел в современной биохимической литературе. Ее можно горячо рекомендовать преподавателям и учащимся в качестве научного пособия, которое компенсирует отставание систематических курсов биохимии, освещая в соответствии с современным направлением экспериментальной биохимии процессы химического превращения веществ в органах и тканях в их биологической взаимной связи. С неменьшим интересом прочтут ее специалисты, которые работают над вопросами, соприкасающимися с проблемами обмена веществ, но не имеют возможности систематически следить по оригинальным работам за развитием этих проблем.

А. Е. Браунштейн

I. F. McClendon, Ph. D. *Physiological Chemistry*, St. Louis, The C. V. Mosby Company, 1936, Sixth Edition.

Учебник физиологической химии McClendon выгодно отличается от всех других учебников по этому предмету. Охватывая все разделы физиологической химии, он тем не менее ограничивается 322 страницами сравнительно небольшого формата. Достигается это весьма компактным изложением. О каждом вопросе сказано лишь столько, сколько нужно, чтобы студент получил о нем ясное представление. Ввиду отсутствия лишних рассуждений студент легко запоминает то, что ему преподносится. Химические формулы приводятся в тексте, но лишь в том количестве, которое действительно необходимо для усвоения.

Достоинство книги усугубляется приложением практикума по физиологической химии в тех размерах, какие требуются для студенческих занятий. Изложение в этой части опять-таки ясное, краткое и вполне вразумительное. Студент может быть уверен, что анализ ему удастся, если он будет в точности следовать прописи.

За практикумом следует словарь по физиологической химии, в котором ясно и точно объясняется смысл тех понятий, с которыми приходится иметь дело при изучении физиологической химии. Недаром книжка за короткий срок выдержала 6 изданий.

Е. Лондон

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. А. Ухтомский, Н. Е. Введенский. По поводу 15-летия со дня кончины Ю. М. Уфлянди и Н. А. Шошина (Ленинград), Optimum и pessimum длительности отдельного стимула	183
С. А. Брандис (Харьков), Изменения зрительных функций при разных видах работы. Сообщение I	187
И. П. Байченко (Ленинград), К вопросу о пределах устойчивости лабиринтного анализатора	202
М. А. Усиевич и Д. К. Куимов (Горький), Деятельность коры больших полушарий и работа внутренних органов. Сообщение VII	211
Б. И. Баяндуров и В. А. Пегель (Томск), К вопросу о трофической функции головного мозга	216
А. Б. Коган (Ростов-на-Дону), Исследование подкорковой электроэнцефалограммы методом хронически вживленных электродов с применением усилителя	225
А. И. Караев (Баку), Значение углеводов для электрогенности мышц	231
В. В. Парин, А. П. Полосухин, В. Н. Черниговский (Свердловск), Экспериментальная проверка точности определения минутного объема кровообращения по способу Grollman	241
И. А. Ветохин (Минск), Оптическая регистрация движений сердечных клапанов на препарате Gad	248
И. Н. Попов и Г. Г. Саруханов (Москва), Реакция сердечно-сосудистой системы при длительной динамической работе и влияние на работу коротких перерывов	255
О. П. Острейко (Ленинград), К учению о диспноэ у лягушки	263
В. В. Закусов (Ленинград), Изменение времени рефлекса при действии некоторых наркотических веществ	271
Н. В. Тимофеев (Москва), Материалы к сравнительной физиологии пищеварения. Сообщение IV	276
Г. Иванов (Москва), Определение напряженности электромагнитного поля, необходимой для получения порога раздражения	290
К. С. Косяков (Москва), Глютатин крови при некоторых аноксемических состояниях	295
Ф. Д. Василенко (Москва), Роль плавательного пузыря в координации движений рыб	301
А. Я. Плещицер (Казань), Антитоксическое действие тростникового и других сахаров при экспериментальном отравлении стрихнином	310
С. И. Ордынский (Ленинград), Фармакология изолированного сердца. Сообщение III	315
Е. Т. Хруцкий (Омск), О моторной деятельности рубца и сычуга у телят пашонок и при кормлении	321
Е. Т. Хруцкий (Омск), О фиксировании закопченных лент	329
М. Г. Степанов (Сталино), Хронограф новой конструкции	336
А. А. Кудрявцев (Москва), Кишечное сокоотделение у лошади	337
И. А. Троицкий (Москва), Условно рефлекторное слюноотделение на вид и запах пищи у лошади из околоушной железы	339
Рецензии	343
	347

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Всехсвятское, Балтийский поселок, 13, ВИЭМ, проф. С. Я. Капланский.

По вопросам подписки и доставки обращаться по адресу: Москва, Орликов переулок, д. 3, Дом книги, Биомедгиз.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: на год — 48 руб., на 6 мес. — 24 руб., цена отдельного номера 4 руб.

Цена 4 руб.

ИЗДАТЕЛЬСТВОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
НАРКОМЗДРАВА СССР

ОТКРЫТА ПОДПИСКА
НА НОВЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ
ACTA MEDICA USSR

(Акта меди́ка СССР)

Журнал ставит целью дать возможность иностранным и советским ученым знакомиться с достижениями советской медицинской науки и уменьшить зависимость советских авторов от условий печатания своих статей за рубежом.

Одновременно, привлекая крупнейших иностранных ученых к сотрудничеству, журнал стремится быть международным органом научной медицинской мысли, издающимся в СССР.

Журнал будет печатать:

- а) Оригинальные работы по вопросам теоретической и клинической медицины.
- б) Обзоры работ и достижений отдельных школ и направлений теоретической и клинической медицины.
- в) Статьи по организации здравоохранения в СССР.
- г) Рецензии на важнейшие книги советских ученых.

Статьи журнала будут печататься на одном из языков: французском, английском, немецком или русском.

В 1937 году выйдут 2 номера журнала.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА за 2 номера — 12 рублей.

Подписку и подписную плату направляйте по адресу:
Москва, Орликов пер., д. 3, Дом книги
Издательству биологической и медицинской литературы
Наркомздрава СССР (Биомедгиз)