

РУССКИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА



РЕДАКЦИЯ:

Веселкин, Н. В., Кекчеев, К. Х., Лихачев, А. А., Орбели, Л. А.,
Савич, В. В., Салазкин, С. С., Шатерников, М. Н.

Почетный редактор Иван Петрович ПАВЛОВ

Ответственный редактор А. А. ЛИХАЧЕВ

ТОМ XIII. ВЫПУСК 3

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	СТР.
Ф. Н. Милованов. — Об изменении физиологических свойств в жидкости Рингера после фильтрации	313
Е. Н. Сперанская-Степанова. — Влияние симпатической нервной системы и адреналина на чувствительность кожи лягушек	317
И. И. Цветков. — Влияние половых желез на кроветворные органы и периферическую кровь	324
А. Г. Гинецинский и А. С. Михайлович. — Об извращении реакции кровяного давления на пилокарпин	345
В. А. Волжинский, Г. С. Ган и А. Н. Крестовников. — К вопросу о влиянии индивидуальных гимнастик (Мюллера, Прошека, Анохина, Штольца, Зурена, Пржеволинского) на газообмен, сердечно-сосудистую систему и кровь	352
Н. М. Шамарина. — Значение отделов головного мозга для протекания фнольного отравления у лягушки	374
П. К. Анохин и А. П. Анохина-Иванова. — Изучение анемии головного мозга. Способ получения хронической анемии головного мозга	385
П. К. Анохин и Б. Н. Лисагор. — К вопросу о значении кровоснабжения железы для секреции слюны	393
П. К. Анохин, Д. Г. Гольдберг и Н. М. Шамарина. — Кровенаполнение слюнной железы в покое и деятельности	402
Г. В. Гершуни и А. Т. Худорожева. — О влиянии симпатикотомии на функциональные свойства скелетной мышцы лягушки	408
И. Беритов. — К методике раздражения индукционными ударами. <i>Сообщение I.</i>	422
И. Беритов. — К методике раздражения индукционными ударами. <i>Сообщение II.</i>	441

*Посвящается памяти
проф. Н. А. Миславского.*

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ЖИДКОСТИ РИНГЕРА ПОСЛЕ ФИЛЬТРАЦИИ.

Ф. Н. Милованов.

Из физиологической лаборатории Казгосветинститута. Зав. проф. К. Р. Виктор ов.

При многих лабораторных работах с фильтровальной бумагой бывает очень важно, чтобы фильтрат, полученный в результате фильтрации, химически не изменялся. С этой целью, естественно, необходимо пользоваться химически чистой фильтровальной бумагой. Возникает вопрос: отвечают ли указанному требованию все фильтровальные бумаги, имеющиеся как на советском, так и на заграничном рынках. Нижеописанные опыты с достоверностью свидетельствуют обратное.

Мысль о том, изменяет ли фильтровальная бумага химическое состояние пропущенного через нее фильтрата, явилась у меня совершенно неожиданно. При работе с изолированным по Штраубу (Straub) сердцем лягушки пришлось наблюдать однажды интересный факт. Через сердце пропусклся раствор, который оказывал на него отрицательно инотропное действие; этот же самый раствор после фильтрации через фильтровальную бумагу оказывал на то же сердце положительно инотропное действие. Это обстоятельство заставило обратить внимание на изменения, которые претерпевает фильтрующаяся жидкость при фильтрации. Здесь можно было ожидать изменений в двух направлениях: или при фильтрации раствора задерживались бумагой некоторые вещества, действующие на сердце отрицательно инотропно, или же при фильтрации из фильтровальной бумаги извлекаются некоторые вещества, действующие на сердце положительно инотропно, и нейтрализующие в растворе вещества, проявляющие до фильтрации на сердце лягушки отрицательное действие.

Первое предположение отбрасывалось само собой, так как действующий раствор был вполне чистым и никаких сомнений в смысле

наличия взвеси не вызывал, к тому же и трудно было думать, что на сердце могут действовать вещества настолько грубые, что их удерживает фильтровальная бумага.

Для того чтобы убедиться в правильности второго положения, т. е. что фильтрат из фильтровальной бумаги извлекает некоторые вещества, пришлось поставить следующие опыты. Сердце лягушки изолировалось по Штраубу. Спустя некоторое время после операции, когда сердце выравнивалось в своей деятельности, жидкость Рингера сменялась на ту же жидкость, но только пропущенную через фильтровальную бумагу. При этом оказалось следующее: тотчас же после смены высота сокращения сердца резко увеличивалась и, достигнув известной высоты, продолжала увеличи-

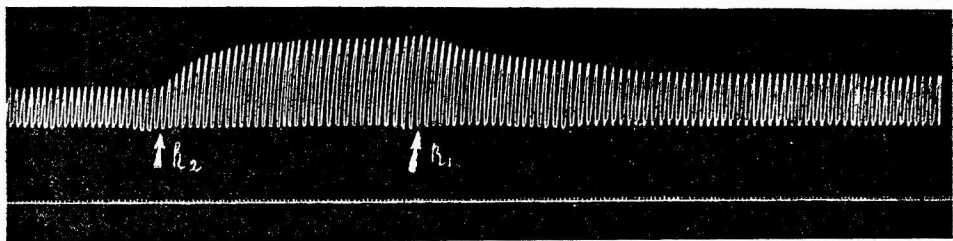


Рис. 1. R_1 — не фильтрованный раствор Рингера; R_2 — раствор Рингера, профильтрованный через фильтровальную бумагу (купл. в Казани).

ваться, но только постепенно и незначительно (рис. 1). После же смены второй жидкости Рингера на первую амплитуда начинала спадать и через некоторое время доходила до размеров первоначальной. При повторных сменах жидкости результаты получались те же. Необходимо отметить, что в зависимости от количества листов бумаги, входящих в фильтр, получаются и разные результаты. Рингеровская жидкость, пропущенная через фильтр из одного листа, вызывает изменения в деятельности сердца в положительную сторону очень медленно. Высота сокращения сердца с началом промывания указанной жидкостью Рингера начинает увеличиваться едва заметно и постепенно. Это длится сравнительно долгое время. В момент увеличения высоты сокращения сердца, достигшей некоторого предела, смена второй жидкости Рингера на первую вызывает тотчас же понижение высоты сокращения. В более сильной степени проявляется действие с рингеровской жидкостью, пропущенной через фильтр в 2 листка. И еще резче через 3 или 4 листка. Все сказанное относится к обыкновенной лабораторной фильтровальной бумаге, приобретенной на рынке города Казани. Также небезынтересно было проверить указанным путем качества и других сортов бумаги. С этой

целью были взяты фильтры заграничного производства, так, например, фирм Schleicher und Schull №№ 597 и 595; Arthur H. Thomas С°, № 5160. Все они в той или другой степени изменяют деятельность сердца лягушки в положительную сторону, т. е. вызывают положительное инотропное влияние (рис. 2). Наконец, была испробована бумага, вырабатываемая Московским химико-технологическим институтом им. Менделеева. Оказалось, что рингеровская жидкость, пропущенная через указанную фильтровальную бумагу, изменений в деятельности сердца лягушки не дает. Все сказанное позволяет судить о том, что, очевидно, из всех фильтровальных бумаг, испробованных при описанных опытах, за исключением вырабатываемой Менделеевским институтом, извлекаются при фильтрации жидкостью

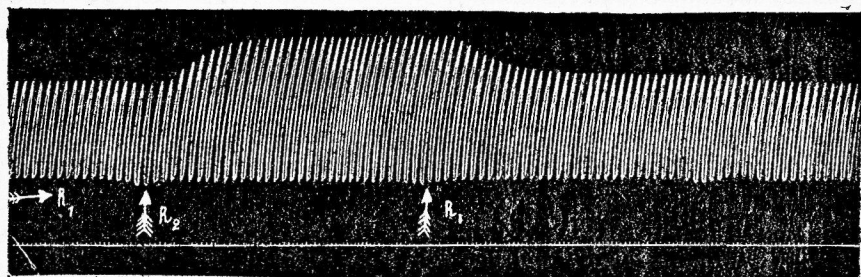


Рис. 2. R_1 — не профильтрованный раствор Рингера; R_2 — раствор Рингера, профильтрованный через фильтровальную бумагу (фирмы Schleicher und Schull, № 597).

Рингера какие-то вещества, действующие стимулирующим образом на сердце лягушки. Характер кривой, которая получается в результате действия жидкостью Рингера после фильтрации, до известной степени напоминает кривую, получаемую при увеличении солей Са в жидкости Рингера. Таким образом очень возможно, что в изменении физиологических свойств жидкости Рингера при фильтрации играет роль наличие в бумаге извести. Отсутствие изменений при действии профильтрованной через бумагу Менделеевского института жидкости Рингера на сердце лягушки нужно связывать, очевидно, с тем, что указанная бумага содержит наименьшее количество золы из всех испробованных бумаг и считается беззольной.

Еще необходимо отметить то обстоятельство, что увеличение солей в жидкости Рингера сглаживает картину действия экстрактов бумаги. За это говорит следующий опыт. Изолированное сердце лягушки по Штраубу промывалось обычной по составу жидкостью Рингера, как и при всех вышеописанных опытах, в состав которой входило следующее процентное соотношение солей: NaCl 0,6%, KCl

0,01%, CaCl_2 0,01% и NaHCO_3 0,01%. Такого состава рингеровская жидкость, профильтрованная через бумагу, на сердце лягушки дала значительный положительный результат. После отмывания сердца первой жидкостью Рингера, когда оно в своей деятельности выравнилось, жидкость Рингера указанного состава была заменена жидкостью другого состава: NaCl 0,6%, KCl 0,02%, CaCl_2 0,02, NaHCO_3 0,02%. При этом высота сокращения сердца сильно увеличилась. Профильтрованная же последнего состава жидкость изменяет сердечную деятельность в положительную сторону в очень слабой степени.

Выводы.

Вышеуказанные опыты свидетельствуют о том, что при работах с таким чрезвычайно чутким объектом, как сердце лягушки, необходима большая осторожность в применении фильтровальной бумаги. Если иметь в виду, что бумага № 597 фирмы Schleicher und Schull, т. е. самая ходовая бумага, рекомендованная фирмой даже для аналитических целей, вызывает сама по себе резкие изменения в деятельности сердца, то приходится сделать вывод, что при работе с сердцем в случае нужды в фильтрации необходимо пользоваться лишь беззольной фильтровальной бумагой.

Поступила в Редакцию

24 февраля 1930 г.

ÜBER DIE VERÄNDERUNG DER PHYSIOLOGISCHEN WIRKUNG DER R.-FLÜSSIGKEIT NACH DEREN FILTRATION.

S. N. Milowanow.

Physiol. Labor. d. Vet-Institut. in Kasan.

Die R.-Flüssigkeit (NaCl 0,6, KCl 0,01, CaCl_2 0,01, NaHCO_3 0,01%) verändert sich nach der Filtration 1) durch übliches russisches Papier, 2) von Schleicher u. Schull №№ 597 und 595, 3) von A. H. Thomas C^o № 5160, nicht aber durch aschefreie Filter vom Mendeleiewschen Institut, in dem Sinne, dass sie auf das nach Straub isolierte Froschherz stark positiv inotrop wirkt. Um die genannte Wirkung zu vermeiden, muss man die Quantität des CaCl_2 vergrössern.

ВЛИЯНИЕ СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И АДРЕНАЛИНА НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОЖИ ЛЯГУШЕК.

Е. Н. Сперанская-Степанова.

Из отдела эксперимент. фармакол. Гос. института эксперимент. медицины.

При изучении сосудистых и железистых реакций кожи лягушки (*t. temporaria*) было очень большое количество лягушек с симпатэктомией пограничного ствола. У таких лягушек на ряду с внешними изменениями кожи — потемнение, сглаживание шероховатостей и т. д. [С пер а н с к а я (1)] — отмечалась повышенная чувствительность к механическим раздражениям. Эта повышенная реакция была замечена при смене воды в банках, где помещались оперированные лягушки. Кроме того, еще наблюдалось, что легкое поглаживание пальцем кожи голени нормальной лягушки в большинстве случаев не вызывало никакой реакции, такое же прикосновение к голени симпатикотомированной конечности давало резкую двигательную реакцию — прыжок. Однако нарочитые опыты по данному вопросу мною не были поставлены в виду начавшейся работы в лаборатории проф. Орбели на эту же тему в 1925 г. (А. В. Тонких). В настоящее время, когда характер работы в лаборатории проф. Орбели принял несколько иное направление, считаю для себя возможным опубликовать данные, полученные мною в 1927 — 28 г.

В начале опыты производились с определением порога возбудимости при электрическом раздражении кожи симпатикотомированной и нормальной конечности лягушки. Порог возбудимости той и другой конечности был различен. Однако этот метод оказался непригодным — сравнивать результаты после раздражения нормальной и оперированной конечности было трудно. Так как животное после каждого раздражения очень беспокоилось, то в виду этого пришлось перейти на спинномозговой препарат лягушки, у которой была произведена симпатэктомия одного пограничного ствола в различные сроки до опыта.

Симпатикотомия в этих опытах достигалась как удалением всего пограничного ствола, так и перерезкой *rami communic.* к VII и к X нервам на одной

стороне. Разницы в результатах опытов не отмечалось. Такая оговорка имеет место в виду перекрестной иннервации симпатических волокон в коже задних конечностей лягушки [Сперанская-Степанова (2)].

Кожно-чувствительные рефлексы исследовались по методу Тюрка. Головной мозг разрушался не менее чем за 30 мин. до опыта, затем лягушка подвешивалась и начинался опыт.

На ряду с лягушками с симпатэктомией наблюдались рефлексы и у нормальных животных. Неоднократно в опытах было отмечено как у нормальных, так и у оперированных лягушек, что кислота (0,1% H_2SO_4), не вызывавшая у некоторых лягушек никакой реакции в продолжение одной минуты, вызвала рефлекс через 5—10" после погружения (и

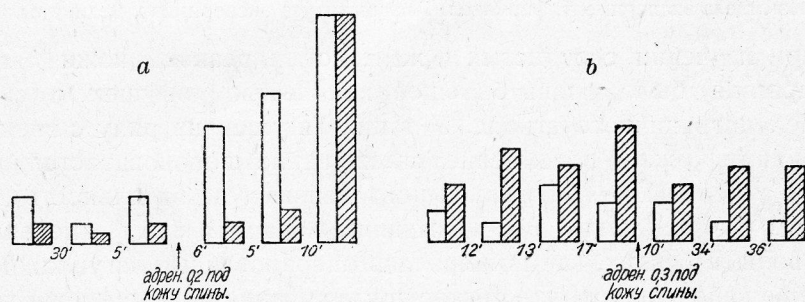


Рис. 1. Левый белый столбик (нормальная конечность) — время до наступления рефлекса на левой конечности. Правый заштрихованный (перерезаны симпатические волокна) — время до наступления рефлекса на правой конечности. Высота столбика равная основанию, равна промежутку времени в 5". Цифры между столбиками указывают на промежуток времени в минутах между раздражениями. Стрелкой указывается момент введения адреналина. а) Опыт 26. Sympath. dext. удален за 38 суток до опыта. Правый крайний столбец — рефлекс не наступил на обеих конечностях в продолжение 1 минуты. б) Опыт 22. Sympath. dex. удален за 30' до опыта.

отмывания) лапок в более крепкую кислоту (0,2%). У оперированных лягушек в большинстве опытов наблюдалась разница во времени наступления реакции на нормальной и симпатикотомированной конечности,

В первые часы и до 3 суток после перерезки симпатических волокон реакция на обеих конечностях была почти одинакова. В части опытов отмечалось резкое повышение, в других понижение чувствительности. При более позднем сроке перерезки, от 3 и до 38 дней, наблюдалось в большинстве опытов повышение чувствительности к кислоте на симпатикотомированной конечности (см. рис. 1). В одном только опыте из десяти реакция обеих конечностей была одинакова (перерезка симпатических волокон за 5 суток), однако после впрыскивания адреналина (о чем подробнее будет ниже) появилась разница в реакции обеих конечностей. При повторных раздражениях кислотой

нередко разница в реакции между нормальной и симпатикотомированной конечностью несколько сглаживалась.

Итак, на основании только что приведенных опытов следует, что возбудимость периферических чувствительных приборов кожи находится в зависимости от симпатической нервной системы. Изменение чувствительности кожи к кислоте, в частности понижение чувствительности после перерезки симпатических волокон, не может быть сведено к изменению кожной секреции — так как паралитической секреции после перерезки симпатических волокон никогда не наблюдалось (Сперанская 1). Сосудистые эффекты большой роли так же не играют, так как те же явления наблюдались и на обескровленном препарате. Таким образом наблюдаемые изменения в реакции нормальной и симпатикотомированной конечности приходится всецело отнести на изменение возбудимости чувствительных приборов кожи под влиянием симпатических волокон.

В виду этого было интересно проследить изменение чувствительности кожи под влиянием симпатикомимитического яда адреналина при его местном приложении. Эти опыты ставились на нормальных лягушках. После разрушения головного мозга перевязывалась аорта и вены обеих задних конеч-

ностей для исключения сосудодвигательных эффектов и центрального действия адреналина. В некоторых опытах еще накладывалась лигатура en masse на верхнюю часть бедра. Обычно рефлексы на обескровленных таким образом конечностях не одинаковы на обеих лапках, поэтому в части опытов остановка кровообращения достигалась накладыванием лигатуры на сердце. Впрыскивание адреналина под кожу голени одной из конечностей так подготовленной лягушки резко изменяло ее возбудимость — чаще всего ее чувствительность повышалась. Для тождества условий под кожу другой голени вводилось такое же количество физиологического раствора (см. рис. 2). В виду указаний на изменение возбудимости спинного мозга при раздражении симпатических волокон (Тонких), было интересно посмотреть изменение спинно-мозговых рефлексов также и при впрыскивании адреналина. Здесь, как и надо было ожидать, получились те же результаты, как и при раздражении симпатических волокон, т. е. в части опытов повышение спинно-мозговых рефлексов, в другой — понижение. Это изменение возбу-

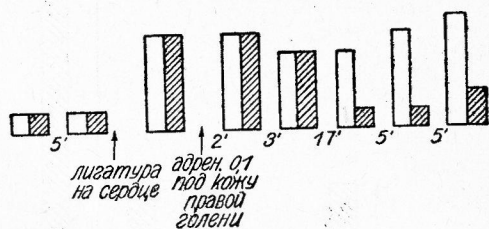


Рис. 2. Объяснения см. рис. 1. Опыт 31. Нормальная лягушка. Впрыскивание адреналина у лягушки с остановленным кровообращением (лигатура на все сосуды сердца) под кожу правой голени через 22' вызвало ускорение рефлекса на конечности, под кожу которой был введен адреналин.

димости обычно наступало не ранее как через 15—30' после введения адреналина. Нередко вслед за впрыскиванием наблюдалось общее двигательное возбуждение животного. У лягушек с удаленным пограничным стволом на одной стороне после впрыскивания адреналина наблюдалось изменение в реакции симпатикотомированной и нормальной конечности (см. рис. 1). Эта разница зависит по всей вероятности не только от изменения возбудимости периферических приборов. Нередко адреналин усиливал разницу в реакции той и другой конечности. Особенно резко сказывалось действие адреналина на лягушках

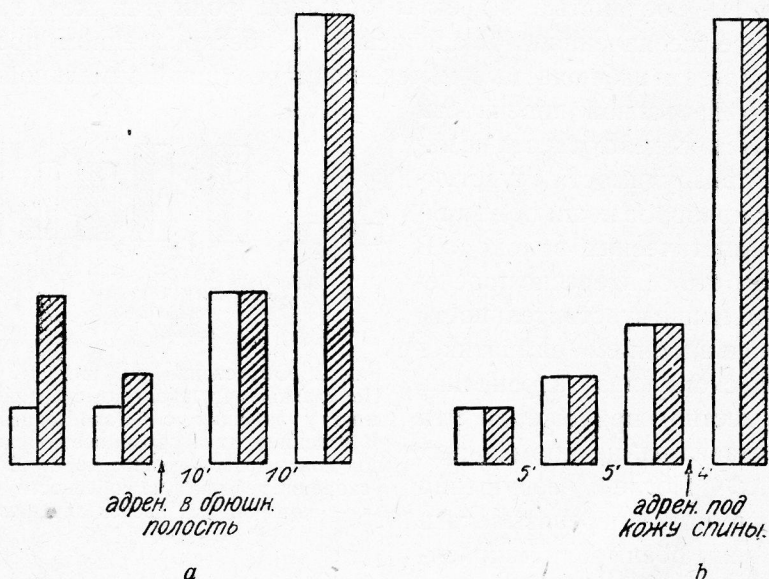


Рис. 3. Объяснения см. рис. 1. а) Опыт 28. Удалены обе надпочечные железы и *sympath. dex.* за 1 сутки до опыта. Последний столбец справа—рефлекс не наступил в продолжение 1 мин. на обеих конечностях. б) Опыт 37. Удалены обе надпочечные железы за 5 суток. Последний столбец справа—рефлекс не наступил на обеих конечностях в продолжение 1 мин.

с пониженной возбудимостью, у которых реакция при погружении лапок в кислоту не наступала в продолжение 1 минуты. После же впрыскивания адреналина под кожу спины лягушка вытаскивала лапы через 5—10". Часто исчезнувшие рефлексы под влиянием адреналина снова появлялись. Приведу один пример. Опыт 19 *Symp. dex.* удален за 4 дня. Через 1 час после разрушения головного мозга рефлекторное поднятие лапок при погружении в кислоту не наступало в течение 1 минуты. При повторных раздражениях рефлекс не появился еще в продолжение 34'. Затем был впрыснут адреналин 0,2 под кожу спины; спустя 16' после впрыскивания появилось рефлекторное под-

нятие нормальной конечности через 43" после погружения в кислоту и симпатикотомированной через 25". В течение последующих 30' скрытый период рефлекса сравнялся и уменьшился до 5" на обеих конечностях, после чего начал опять увеличиваться и быстро исчез.

Итак, периферические чувствительные приборы находятся под влиянием постоянных импульсов, поступающих из симпатической нервной системы. В виду этого интересно было посмотреть изменение кожночувствительных рефлексов при понижении тонуса симпатической системы, которое, как известно, наступает при удалении надпочечных желез.

На 1, 5-й день после удаления надпочечных желез кожная чувствительность у большинства оперированных лягушек почти такая же, как и у нормальных, у некоторых же рефлекторное поднятие лапок не наступало вовсе. На раздражение кожи кислотой реакция прекращалась много раньше, что зависело по всей вероятности не только от мышечного утомления. Очень часто лягушки, переставшие реагировать на кислоту, еще живо реагируют на шипок задних конечностей. В ранее описанных опытах [Сперанская-Степанова (3, 4)] указывалось, что сосудистые рефлексы как обычные, так и аксон-рефлексы у лягушек без надпочечных желез исчезали много раньше двигательных.

Впрыскивание адреналина под кожу лягушкам без надпочечных желез в подавляющем большинстве опытов вызывало уничтожение рефлексов. Отмечалось, что у этих лягушек действие адреналина на спинномозговые рефлексы сказывалось много раньше, чем у нормальных, т. е. через 3 — 10' (см. рис. 3 б).

Также было поставлено несколько опытов на лягушках с симпатэктомией на одной стороне. В этих опытах, как правило, рефлекс на оперированной конечности запаздывал. Впрыскивание адреналина также уничтожало реакцию на обеих конечностях (см. рис. 3 а).

Симпатическая иннервация чувствительных аппаратов теплоресных доказана работами в лаборатории проф. Орбели. Е. Т. Юрьева гистологически показала симпатические волокна чувствительных аппаратов языка собаки. К. И. Кунстман при симпатэктомии наблюдала изменение рефлексов кожи и сухожилий у собак. В последнее время Волоховым также было описано изменение чувствительности кожи после иссечения пограничного симпатического ствола.

Итак мы видим у теплоресных и хладнокровных животных определенную зависимость чувствительных приборов кожи от симпатической нервной системы.

Таким образом адаптационная теория относительно симпатической нервной системы, развиваемая школой проф. Орбели, является вполне применимой и по отношению к чувствительным приборам кожи.

Выводы.

1. Кожная чувствительность конечностей лягушек при симпатэктомии одного пограничного ствола мало меняется в первые часы после операции.

2. При симпатэктомии от 3 и 38 суток после операции в большинстве опытов наблюдалось повышения чувствительности на оперированной конечности.

3. Местное приложение симпатикомимитического яда адреналина вызывало повышение чувствительности, иногда понижение. При общем действии адреналина через кровь наблюдалось как резкое повышение, так и понижение спинномозговых рефлексов.

4. Удаление надпочечных желез, вызывающее понижение тонуса симпатической нервной системы, давало более быстрое уничтожение рефлексов, впрыскивание адреналина еще ускоряло уничтожение реакции.

5. У лягушек без надпочечных желез на симпатикотомированной конечности рефлекс как правило запаздывал.

Поступило в Редакцию
1 апреля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

Волохов. Доклад на 133 заседании Общества российских физиолог. им. Сеченова. — Кунстман К. И. Труды II всесоюзного съезда физиологов, стр. 263, 1926. — Орбели Л. А. Юбилейн. сборн. в честь 75-летия акад. И. П. Павлова, 1924. — Сперанская-Степанова Е. Н. (1) Арх. биол. наук. т. 23, стр. 21, 1923. (2) Pflüg. Arch. Bd. 210, H. 6, S. 627, 1925. (3) Арх. биол. наук. т. 27, в. 1 — 3, стр. 45, 1 27. (4) Арх. биол. наук. т. 28, в. 2, стр. 131, 1928. — Тонких А. В. Русск. физиол. журн. т. 8, стр. 31, 1925. — Юрьева Е. Т. Труды II всесоюзн. съезда физиол., стр. 266, 1926.

INFLUENCE OF THE SYMPATHETIC NERVOUS SYSTEM AND ADRENALINE ON THE SENSITIVENESS OF THE SKIN OF FROGS.

By *E. N. Speranskaia-Stepanova.*

Department of Experimental Pharmacology. State Institute of Experimental Medicine. Leningrad.

The study of the vascular and glandular reactions in the skin of *Rana temporaria* was carried out on a large number of specimens subjected to the sympathectomy of the ganglionic chain. The reaction displayed by these frogs showed, together with a superficial change in the skin, such as darkening of the colour and smoothing of the surface, an increase in the sensitiveness to mechanical stimuli.

Special experiments, carried out with the view of comparing the differential threshold of the stimulus in the normal limb and in that subjected to sympathectomy, showed that the electric current used in both cases was to be different. This method, however, was found to be unsatisfactory, owing to the long period of unrest in the animal after application of the current. Further experiments were carried out on specimens having their brain destroyed, and subjected, moreover, to the sympathectomy of one of the ganglionic chains at different periods previous to the experiment. The reaction to stimuli of the skin was studied according to Turk's method. In the majority of cases there could be observed a difference between the time required for the reaction in the normal and in the sympathectomized limb. During the first hours following the sympathectomy and up to the third day the reaction in the limb was very much the same as that in the normal case. Most of the experiments carried out on limbs subjected to sympathectomy from 3 to 38 days previous to the experiment, showed an increase in sensitiveness as compared with the normal limb. Part of the experiments showed, on the contrary, a certain decrease of intensity.

The subcutaneous injection of adrenaline into the tibial part of the leg, with interrupted, circulation was accompanied by a pronounced change in the intensity of reactions. In most cases the intensity was heightened. Subcutaneous injection of adrenaline into the back of a normal frog produced in part of the experiments an increase of the intensity of cerebrospinal reflexes, while in some cases the intensity was lowered.

The peripheral sensitive nerves are thus shown to be under the influence of the sympathetic system. The removal of the suprarenal glands, causing a decrease in the tonus of the sympathetic nervous system, produced a more rapid annihilation of the reflexes. Injection of adrenaline into such frogs made in nearly all cases this annihilation even more rapid. Frogs subjected to the excision of the suprarenal glands showed, as a rule, a retardation of the reflex in the sympathectomized limb.

*Посвящается памяти
проф. Н. А. Миславского.*

ВЛИЯНИЕ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ НА КРОВЕТВОРНЫЕ ОРГАНЫ И ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ КРОВЬ.

И. И. Цветков.

Из физиол. лабор. Завед. проф. Н. А. Миславский и госпитальной терапевтической клиники Казанского государственного ун-та; завед. проф. Н. К. Горяев.

Гормональному влиянию половых желез на состояние периферической крови и кроветворных органов придавали большое значение с давних пор; к такому пониманию приводили наблюдения патологов и клиницистов при хлорозе [Вирхов, Норден и др. (Virchow, v. Noorden)], а также эксперименты над животными [Бреуер и Зейллер, Фальта, Тандлер и Гросс, Фалькенгаузен, Бидль и др. (Breuer u. Seiller, Falta, Taudler u. Gross, Falkenhausen, Biedl)]. По мнению большинства авторов, половые железы действуют на кроветворные органы стимулирующим образом; это положение подтверждают понижением Hb и Eг после кастрации; кроме того мы имеем, правда, сравнительно небольшое количество экспериментальных наблюдений, которые как будто бы говорят за то, что кровь после кровопускания у кастрированных животных восстанавливается медленнее, чем у нормальных [Фалькенгаузен, Фуруйя (Furuya)]. Что касается изменений в лейкоцитарной формуле крови, то большинство авторов описывают лимфоцитоз и мононуклеоз как следствие выпадения или понижения функции половых желез. Механизм действия секрета половых желез на кроветворные органы до сих пор нельзя считать вполне ясным.

Кроме влияния эндокринных желез, в частности половых, большое значение за последнее время отводится состоянию вегетативной нервной системы и ретикуло-эндотелиальной системе и их взаимному соотношению и влиянию на кровь [Гофф, Мюллер (Hoff, Müller), Березов, Николаев и др.].

По предложению профессора Н. К. Горяева с 1926 г. в Физиологической лаборатории проф. Н. А. Миславского приступил к экспериментальной проверке факта влияния половых желез на кровь и кроветворение, а также к выяснению механизма действия половых желез на кроветворные органы и состояние периферической крови.

Так как среди желез с внутренней секрецией по литературным данным имеются железы с противоположным, т. е. угнетающим, влиянием на костный мозг, напр. селезенка [Гиршфельд, Франк, Ашер, Вейнерт, Клемперер и др. (Hirschfeld, Frank, Ascher, Weinert, Klemperer)], то для контроля на ряду с кастрированными я параллельно вел наблюдения над кровью у спленэктомированных и у одновременно кастрированных и спленэктомированных животных. Наблюдения за состоянием периферической крови (Ег, Hb, L, лейкоцитарной формулой, кровяными пластинками и ретикулоцитами) у оперированных животных продолжались от 1 до 14 месяцев. Для сравнения функционального состояния костного мозга у нормальных кастрированных, спленэктомированных и кастрированных + спленэктомированных я применял кровопускания ($\frac{1}{4}$ об. кол. крови по весу животного) и гемолиз (фенилгидразин по 0,1 на 1 кг веса животного) и наблюдал за скоростью восстановления Hb и Ег и реакцией эритропоза в период восстановления; последнее контролировалось количеством эритробластов и ретикулоцитов в мазках крови. Определение гемоглобина производилось гемоглобинометром по Сали (Sahli); счет эритроцитов и лейкоцитов — в камере Бюркера (Bürker), лейкоцитарная формула на мазках по Шиллингу, кровяные пластинки — по Фонио и ретикулоциты — на прижизненно окрашенных Brilliantkresilblau мазках с дополнительной окраской Гимза. Для выяснения взаимоотношений половых желез и вегетативной нервной системы с кроветворными органами были поставлены опыты с лейко-, ваго-, симпатикотропными веществами (адреналин, пилокарпин, атропин, нуклеиновокислый натр). По окончании наблюдения, не ранее 2 месяцев после вмешательства, животное убивалось и костный мозг, печень и селезенка исследовались гистологически. Работа велась на морских свинках, кроликах и щенках. Под наблюдением всего было 36 животных, из них: кастрированных — 14, спленэктомированных — 8, кастрированных + спленэктомированных — 7 и контрольных — 7.

Состав опытных животных по виду, полу и возрасту: щенков — кобелей от $1\frac{1}{2}$ — 3 мес. — 5, щенков сук от $2\frac{1}{2}$ — 3 мес. — 5, свинок самцов взрослых — 6, свинок самок в периоде полового созревания — 8, кроликов самок в периоде полового созревания — 12.

Перехожу к описанию результатов наших наблюдений.

Кастрация.

1. Кастрация щенков кобелей до полового созревания (два животных) не дала понижения Hb и Eг, наоборот Hb и Eг продолжали нарастать, как это нормально наблюдается у растущих животных. Количество ретикулоцитов не изменяется (табл. 1). Количество лейкоцитов увеличивается. Со стороны лейкоцитов периферической крови отмечается: увеличение нейтрофилов и эозинофилов, уменьшение лимфоцитов (табл. 2). Гистологическое исследование костного мозга: склонность к гиперплазии миелоидной ткани, эритропоэз выражен нормально. Гигантские костномозговые клетки в нормальном количестве с хорошо дифференцированной протоплазмой и типичным строением ядра.

2. Кастрация взрослых самцов (свинок) ведет к равномерному понижению Hb и Eг. Количество ретикулоцитов не нарастает. Количество кровяных пластинок нарастает. Со стороны лейкоцитов—количество L увеличивается, лимфоцитов—до 78% и небольшая эозинофилия до 5%. Гистологическое исследование костного мозга: резкая гиперплазия миелоидной ткани; изменений в эритропоэзе не отмечается. Гигантские костномозговые клетки нормальны и не увеличены в количестве.

3. Кастрация щенков самок до периода полового созревания ведет к падению Hb и Eг без изменения Fi, нарастанию кровяных пластинок, лейкоцитов; количество ретикулоцитов не изменяется; количество лейкоцитов увеличивается. Лейкоцитарная картина крови без особых изменений. Гистологическое исследование костного мозга: выраженная гиперплазия миелоидной ткани за счет лейкопоэза. Гигантские костномозговые клетки типичны и встречаются в большом количестве. Эритропоэз выражен слабее по сравнению с нормальным костным мозгом.

4. Кастрация самок (свинок и кроликов) в периоде полового созревания постоянно ведет к падению Hb и Eг с понижением Fi и к повышению содержания кровяных пластинок и лейкоцитов. Ретикулоциты без изменения; L увеличиваются в количестве; со стороны лейкоцитарной формулы в большинстве случаев—лимфоцитоз и эозинофилия. Гистологическое исследование костного мозга дает во всех случаях более или менее выраженную гиперплазию ткани, причем очень часто отмечается повышенное содержание эозинофилов. Эритропоэз хорошо выражен, иногда сильнее, чем у нормальных, но слабее, чем у спленэктомированных животных. Гигантские костномозговые клетки типичны, содержание их близко к норме.

Селезенка. При гистологическом исследовании и рассмотрении срезов со слабой системой (об. 3, ок. 4) микроскопа заметной разницы в строении ткани, по сравнению с нормальной селезенкой, отме-

тить не удастся; при сильном увеличении (об. 6 или $1/12$) — уменьшение количества эритрофагов и клеток ретикулоэндотелия. Реакция на железо (желтая кровяная соль + соляная кислота) в срезах селезенки всегда показывала меньшее содержание железа в ретикуло-эндотелиальных клетках по сравнению с нормальной селезенкой.

Печень. В гистологическом строении печени резкой разницы по сравнению с нормальной не отмечается. Повышения эритрофагоцитоза отметить не удастся. Количественной разницы реакции на железо в печени кастрированных и нормальных животных установить не удалось.

Спленэктомия.

На нашем материале мы можем отметить — независимо от пола и возраста — повышение Hb и Eг с понижением Fi. Повышения ретикулоцитов и появления эритробластов нами не отмечалось, кроме одного случая, в котором временно наблюдалось появление эритробластов. Тельца Jolly встретились в 4 случаях и держались сравнительно недолго. Кровяные пластинки стойко повышались в количестве во всех случаях. Со стороны белой крови в первые недели после спленэктомии отмечается склонность к лейкоцитозу (до 20 тыс.) и нейтрофилия, в последующем наблюдении нейтрофилия сменяется лимфоцитозом с повышением эозинофилов. Гистологические изменения костного мозга сводятся к гиперплазии миелоидной ткани. Эритропоэз чаще также повышен и состоит из эритробластов на различных ступенях созревания. Эритрофагоцитоз всегда выражен сильнее, чем у нормального. Гигантские костномозговые клетки чаще увеличены в количестве и типичны, в двух случаях уменьшены в количестве и с атипическим строением ядра (пикноз) и протоплазмы.

Печень. Микрохимическая реакция на железо выражена резче, чем у нормального животного.

Кастрация + спленэктомия.

Одновременная или последовательная кастрация и спленэктомия не ведет к существенному изменению содержания Hb и Eг. Повышение Hb и Eг, вызванное спленэктомией, последующей кастрацией приводится к понижению до нормы на протяжении недель, следующих за операцией. Такое выравнивание Hb и Eг, вызванное различными следующими одна за другой операциями, происходит с заметными колебаниями Hb и Eг и Fi; последний в конечном результате приближается к исходной дооперационной величине. Количество ретикулоцитов не изменяется. Кровяные пластинки всегда нарастают. Тельца Jolly не встречаются. Со стороны белой крови в большинстве случаев — увеличение лейкоцитов; лейкоцитарная картина непостоянна,

но в большинстве случаев отмечается эозинофилия. Гистологическая картина костного мозга довольно пестрая. В двух случаях у молодых щенков — картина аплазии костного мозга с фиброзным перерождением, с уменьшением эритро-миелопоэза и с большим скоплением крови в виде кровоизлияний. Гигантские костномозговые клетки редки и атипичны (пикноз ядра и уменьшение размера клетки). В остальных 5 случаях — уменьшение или отсутствие вакуолизации с наклонностью к гиперплазии миелоидной ткани. Эритропоэз в трех случаях уменьшен, в двух — умеренно увеличен по сравнению с нормой. Гигантские костномозговые клетки без существенных изменений в этих случаях. Эритрофагоцитоз выражен сильно.

Печень кастрированных + спленэктомированных. Некоторое расширение сосудов печени и повышение содержания крови. Реакция на железо выражена сильнее по сравнению с печенью кастрированных и нормальных. Эритрофагоцитоз в купферовских клетках усилен.

Во всех случаях кастрации при вскрытии животных мы отметили уменьшение размеров селезенки, щитовидной железы, увеличение тимуса, гипофиза и надпочечников; у спленэктомированных — увеличение тимуса; у кастрированных + спленэктомированных — увели-

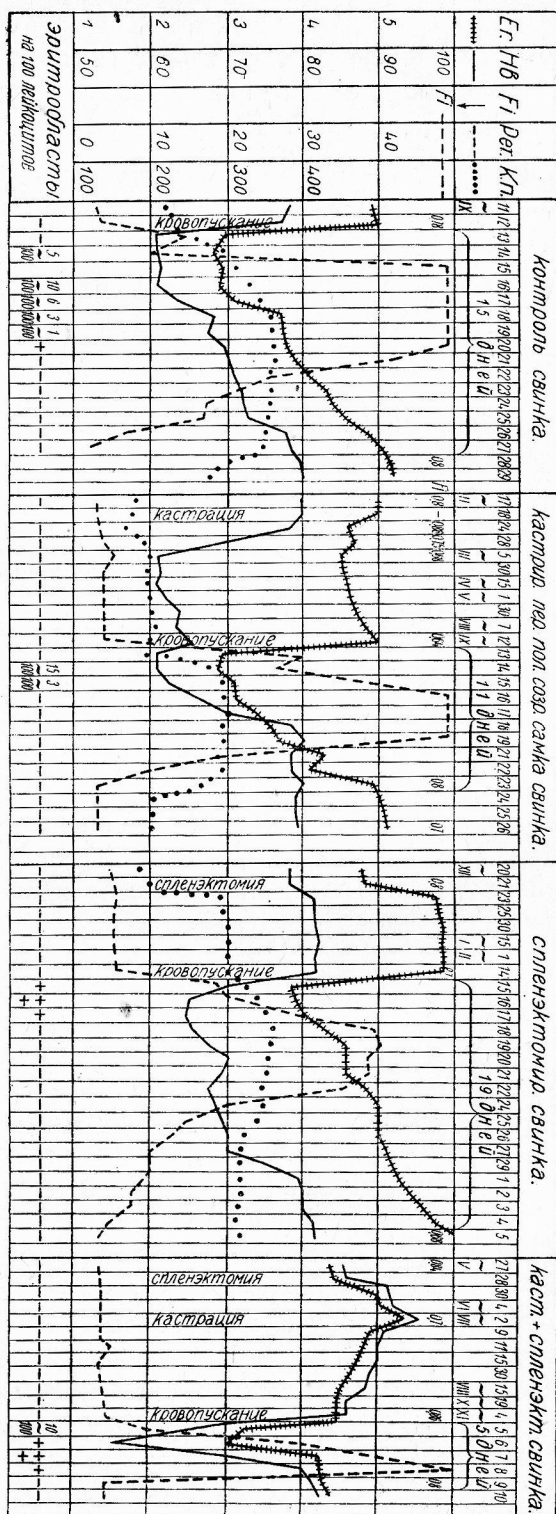
ТАБЛИЦА 1.¹

		Hb	Er	Fi	Эрит- роб- ласт.	Рети- ку- лоц.	Кр. пл.	L	N	Ly	Mn	Eos	B
Кастра- ция	Колич. животн.	2+12	2+12	5+9	14	14	14	11+3	6+8	8+6	7+7	10+4	3+11
	Измен.	> <	> <	0 <	—	0	>	> 0	> <	> <	> <	> 0	> 0
Спленэк- томия	Колич. животн.	6+2	7+1	6+2	7+1	8	8	6 2 5 3	5 3	4 4	4 4	4 4	8
	Измен.	> 0	> 0	< 0	— +	0	>	> <	< >	> <	> <	> 0	0
Спленэк- томия + кастрац.	Колич. животн.	7	7	6+1	7	7	7	2 5 4 3	4 3	22 3	5 2		7
	Измен.	0	0	0 <	—	0	>	0 >	< >	> <	> 0	> 0	0

чение тимуса надпочечников и гипофиза. (См. табл. 1 — изменение Hb, Er, Fi, ретикулоцитов, кровяных пластинок после операций, а также лейкоцитарной формулы периферической крови; табл. 2 — кривые Hb, Er, Fi, ретикулоцитов и кровяных пластинок после операций, кровопускания и гемолиза).

¹ > увеличение, < уменьшение, 0 без изменения, — отсутствие, + появление.

Из наших опытов с кровопусканием и гемолизом, следует: независимо от пола и возраста животные по скорости восстановления красной крови распределяются в следующем порядке: кастрация+спленэктомия, кастрация, контроль и спленэктомия (см. табл. 3). Регенерация крови после кровопускания и гемолиза сопровождается увеличением ретикулоцитов и появлением эритробластов; в одних случаях резко увеличивается количество эритробластов, с незначительным увеличением ретикулоцитов, в других случаях — резкое увеличение ретикулоцитов с небольшим количеством эритробластов; таким образом можно различать ретикулоцитарный и эритробластический тип регенерации крови (см. табл. 2).



ность к повышению Hb, у кастрированных — увеличение Hb и Eг, большею частью также увеличение Fi; у спленэктомированных — повышение Hb с увеличением Fi; у кастрированных + спленэктомирован-

ТАБЛИЦА 3.

Вид животного	Кастрация		Спленэктом.		Кастр. + спленэкт.		Контроль	
	Крово- пуска- ние	Гемолиз	Крово- пуска- ние	Гемолиз	Крово- пуска- ние	Гемолиз	Крово- пуска- ние	Гемолиз
1. Свинка-самец	6	—	12	—	5	—	9	—
2. » самка	13	10	27	20	—	8	15	26
3. » »	11	11	—	—	—	—	15	—
4. » »	11	16	—	—	6	7	10	—
5. Кролик-самка	10	15	19	24	7	—	19	15
6. » »	8	11	14	—	6	—	—	—
7. » »	10	—	—	—	—	—	12	—
8. » »	10	—	—	—	—	—	15	—
9. Щенок-кобель	11	—	—	—	—	—	12	—
Среднее в днях	10	12,5	18	22	6	7,5	13,4	20,5

ных — после окончания регенерации крови заметных изменений сравнительно с исходной картиной не наступает. Таким образом кровопускание и гемолиз изменяют красную кровь в сторону нормальных соотношений.

Изолированное влияние селезенки и половых желез на костный мозг.

А. Селезенка. Если можно считать твердо установленным фактом, что признаком усиления функциональной деятельности костного мозга является увеличение в периферической крови ретикулоцитов и эритробластов (Шиллинг), а также ускорение восстановления крови после кровопусканий, то на основании наших опытов мы не можем согласиться с теорией об угнетающем влиянии селезенки на костный мозг (Ашер, Франк, Гиршфелд и др.). Наши опыты с гемолизом и кровопусканием говорят за стимулирующее влияние селезенки на костный мозг, так как восстановление крови происходит медленнее, чем у нормальных (см. табл. 2 и 3). Не можем мы согласиться и с теорией раздражения костного мозга продуктами распада эритроцитов после спленэктомии (Страдомский и др.),

что по этой теории ведет к повышению содержания эритроцитов; если бы это было так, то мы должны были бы наблюдать повышение ретикулоцитов после спленэктомии, чего мы отметить не могли. Для объяснения увеличения количества эритроцитов после спленэктомии нам кажется приемлемой теория о положительном и отрицательном хемотаксисе (Жакоб, Гольдшейдер, Фаерман), по которой селезенка задерживает выходение эритроцитов из костного мозга (отрицательный хемотаксис); нельзя также отрицать теорию Ашера и Зольдбергера, которые объясняют увеличение Eg после спленэктомии устранением гемолизирующего органа, каковым является селезенка, и, наконец, заслуживает полного внимания теория Баркрота, который смотрит на селезенку как на запасный резервуар крови; с удалением селезенки расстраивается регуляция в распределении периферической крови. Сравнительное увеличение эритробластов в костном мозгу спленэктомизированных и присутствие в эритроцитах периферической крови телец Jolly Гиршфельд считает за усиление функции костного мозга под влиянием спленэктомии; но здесь можно думать о расстройстве созревания и обезьядривания эритробластов, а не об усилении функции костного мозга.

Понижение Fi после спленэктомии указывает на расстройство гемоглобинового обмена, так как после спленэктомии происходит переключение функции по разрушению эритроцитов и гемоглобина ретикуло-эндотелиальной системой селезенки на печень, костный мозг (Ашофф, Эппингер). Выраженный эритрофагоцитоз в костном мозгу в наших случаях спленэктомии указывает на переключение этой функции с селезенки на костный мозг.

Б. Кастрация и эритропоэз. При рассмотрении нашего материала можно отметить, что взаимоотношение половых желез с эритропоэтической функцией костного мозга очевидно зависит от пола и возраста животных. Кастрация самцов до полового созревания не влияет на возрастное увеличение Hb и Eg ; кастрация самок в этом же возрасте, взрослых самцов и самок ведет к понижению Hb и Eg с различными колебаниями Fi . Как постоянное и закономерное явление мы отмечаем на нашем материале резкое понижение Hb , небольшое понижение Eg с постоянным и значительным понижением Fi при кастрации самок в периоде полового созревания.

Опыты с кровопусканием и гемолизом у кастрированных, давшие ускорение регенерации эритроцитов по сравнению с контрольными и спленэктомизированными, указывают на то, что половые железы — в противоположность селезенке — влияют на эритробластическую функцию костного мозга задерживающим образом.

Выпадение функции или дисфункция той или другой железы

с внутренней секрецией вызывает чрезвычайно разнообразные изменения в органах и системах организма. Ясно, что изменения в крови нельзя прямо связывать с удалением железы, а нужно учитывать изменения и перестройку в каждой железе, имеющей коррелятивное отношение к экстирпированной; не без влияния на состояние периферической крови остаются и те изменения обмена веществ, которые наступают как следствие выключения той или другой железы (Бидль, Винцент).

Те факты, что после кастрации мы и другие авторы получили понижение Hb и Eг в крови, так же как и факты понижения Hb и Eг, полученные другими после экстирпации тимуса, щитовидной железы, гипофиза, надпочечников, еще ни в коем случае не говорят о том, что эритробластическая функция костного мозга в этих случаях находится в состоянии угнетения. Это состояние анемии (будем называть его эндогенным) резко отличается от анемий экзогенных или вызванных искусственно (хроническая интоксикация, инфекция, кровоупускание, гемолиз). Это различие состоит в том, что во втором случае (экзогенная анемия) костный мозг находится в состоянии раздражения и имеет стремление восстановить кровь пополнением молодыми эритроцитами, что выражается присутствием в крови эритробластов и повышением содержания ретикулоцитов; в первом же случае (эндогенная анемия) мы имеем анемию, но в периферической крови не отмечаем появления эритробластов и увеличения ретикулоцитов. Такое состояние крови при кастрации прежде всего могло бы говорить об отсутствии или понижении эритроэргенеративной способности костного мозга, что мы имеем при анемиях, когда костный мозг находится в состоянии истончения и аплазии. Но как мы убедились на наших экспериментах с гемолизом и кровоупусканием, костный мозг при кастрации, несмотря на то, что содержит сравнительно меньше эритробластов, не находится в состоянии угнетения, наоборот, он всегда в состоянии выравнить пониженное содержание Eг в периферической крови, вызванное гемолизом или кровоупусканием, и эта способность костного мозга кастрированных стоит даже выше, чем у нормальных. По нашему мнению, состояние анемии при кастрации, так же как и при тиреоидэктомии, тимэктомии и удалении гипофиза, есть выражение целесообразного приспособления при данных условиях. Ведь экспериментально и клинически точно установлено, что при понижении функции или экстирпации половых желез (тимуса, щитовидной железы, гипофиза) в организме наблюдается повышенное отложение жира вследствие понижения основного обмена (O_2 и CO_2) в организме (Магнус, Леви и Фальк, Леви и Рихтер, Ашер и Поргес, Лаббе и Стевенин, Ашер и Берти, цитир. по Бидлю). Если

это так, то очевидно организм в этих условиях не нуждается в нормальном количестве Eg , которые являясь переносчиками O_2 ; отсюда понятен факт понижения содержания Eg .

Таким образом, об угнетении эритроэргенеративной функции костного мозга при кастрации говорить нет оснований, напротив, здесь можно думать о потенциальном повышении ее. Костный мозг при кастрации находится как бы в дремотном состоянии вследствие отсутствия требований со стороны организма при пониженном основном обмене, но при острых запросах на эритроциты (кровопускание, гемолиз) эритроэргенеративная функция быстро повышается.

Что касается механизма и регуляции выхождения эритроцитов из костного мозга при кастрации, то здесь мы можем, по аналогии с селезенкой, предположительно принять теорию о положительном и отрицательном хемотаксисе (Фаерман); и если мы считаем, что половые железы обладают положительным хемотаксисом по отношению к эритроцитам, то после кастрации происходит выключение положительного хемотаксиса, что и ведет к задержке Eg в костном мозгу.

Под углом зрения целесообразного приспособления организма можно рассматривать и понижение Hb при кастрации. Как я уже выше отметил, наши эксперименты с кастрацией сопровождались резким уменьшением селезенки; при гистологическом исследовании селезенки отмечалось понижение эритрофагоцитоза и содержания железа селезенки; конечно это не может говорить об угнетении ретикуло-эндотелиальной системы, но может говорить о замедленном гемоглобиновом обмене в данной системе сообразно потребностям организма в данный момент.

С полученной нами картиной анемии у кастрированных животных-самок в периоде полового созревания (понижение Hb , Eg и Fi , повышение кровяных пластинок, отсутствие повышения ретикулоцитов) можно провести полную аналогию с хлорозом у людей. Хлороз, как известно, раньше часто встречался только у женщин в периоде полового созревания. Заболевание хлорозом мужчин не доказано. Для объяснения хлороза было предложено много теорий: эндокринная, нервная, конституциональная [Штида, Бенеке, Мурри, Зейллер и Бреуер (Stieda, Beneke, Murri)], но уже один факт, что хлороз свойственен женщинам в периоде полового созревания, говорит за причинную связь хлороза с угнетением или дисфункцией половых желез; последнее обыкновенно сопровождается у больных хлорозом женщин прекращением месячных или дисменореей. На связь хлороза с нарушением функции половых желез и дисфункцией эндокринной системы указывают Негели, Норден, Моравиц и др.

Исходя из наших экспериментов на животных, мы думаем, что

картина крови, свойственная хлорозу, является следствием понижения основного обмена, вызванного выпадением или дисфункцией половых желез в периоде полового созревания. Указание на понижение основного обмена при хлорозе мы видим в работе Генока (Hénocque). Следует также отметить, что дисфункция или выпадение половых желез ведет к перестройке коррелятивных соотношений во всей эндокринной системе (щитовидная железа, гипофиз, тимус, селезенка, надпочечники).

Как мы понимаем состояние Hb и Eг при кастрации + спленэктомии? По нашим опытам кастрация + спленэктомия не ведет к понижению Hb и Eг. Принимая теорию Фаермана об отрицательном хемотаксисе селезенки и наше предположение о положительном хемотаксисе половых желез, можно представить возможность сохранения уровня Hb и Eг в крови при одновременной кастрации и спленэктомии. Здесь нужно отметить, что избыточного отложения жира у спленэктомированных + кастрированных мы отметить не могли; правда, у нас нет данных для объяснения такого состояния в противоположность кастрированным, так как основной обмен мы не исследовали и указаний в литературе о состоянии обмена веществ у кастрированных + спленэктомированных мы не имеем, но если судить по отсутствию ожирения, о понижении основного обмена говорить нет оснований.

При условиях нормального запроса на эритроциты и гемоглобин, вследствие отсутствия понижения основного обмена, эритроэритивная функция костного мозга у кастрированных + спленэктомированных по нашим опытам с гемолизом и кровопусканием значительно повышена. Увеличение содержания железа в печени и увеличение купферовских клеток и эритрофагоцитоза в костном мозгу можно рассматривать как переключение эритроэритивной функции селезенки и повышение гемоглобинового обмена в ретикуло-эндотелиальной системе печени и костного мозга.

Кастрация — лейкопоз. Если мы получили весьма определенные и закономерные изменения красной крови (Hb и Eг), то этого нельзя сказать о лейкоцитарной картине крови. Общее количество белых телец (L) после кастрации и спленэктомии увеличивается, это вполне согласуется с исследованиями других авторов последнего времени (Ашер и Фуруйя, Березов и др.), но в наших исследованиях мы должны отметить значительное разнообразие лейкоцитарных картин как после кастрации, так и после спленэктомии. До сих пор в литературе мы имеем более или менее определенные данные относительно лейкоцитарной картины после кастрации, спленэктомии, тиреоидэктомии и при гипертиреозе и она характеризуется лимфоцитозом, моноцитозом и эозинофилией (Бидль, Березов, Вейль, Фуруйя, Кохер).

Как понять такие сходные картины лейкоцитов при совершенно различных и даже противоположных изменениях в эндокринных железах?

В связи с развитием учения о внутренней секреции для объяснения различных состояний и изменений в органах, в частности в гематопoэтической системе, большое значение придают состоянию вегетативной нервной системы. Фальта, Бетелли, Швегер, Зондек Гофф (Betelli, Schweger, Zondek, Hoff), изучая действие некоторых фармакологических веществ на гемопоэз, установили, что вещества, повышающие тонус симпатической нервной системы, раздражают костный мозг и вызывают нейтрофилез; вещества же, возбуждающие автономную нервную систему (n. vagus), действуют на лимфопоэтическую ткань и вызывают лимфоцитоз. Это учение и понимание изменений картины крови стоит в связи с анатомическими данными об иннервации костного мозга и лимфатических желез. Гистологические исследования Герцога (Herzog) показали, что костный мозг, лимфатические органы и ретикуло-эндотелиальная система богаты вегетативными нервными волокнами. Вопрос о соподчинении вегетативной нервной системы и эндокринных желез остается открытым и, несмотря на более или менее твердо экспериментально установленные данные об изменении лейкоцитарной реакции в зависимости от ваго-симпатикотонии мы имеем большое расхождение мнений различных авторов о состоянии вегетативной нервной системы и о лейкоцитарной картине при расстройствах эндокринных желез.

О состоянии вегетативной нервной системы при кастрации в литературе мы нашли следующие указания. При выпадении функции половых желез состояние вегет. нервн. системы характеризуют как симпатикотонию (Кристоффоветти, Пата, Партон и Гольдштейн, Бидль, Винцент, Шикелле, Гелион, Павлов, Попов, Могильницкий и др.). По Шульце (Schultze) половые железы возбуждают симпатическую систему, а потому при выпадении функции половых желез — ваготония. Очевидно нужно считать более правильным мнение авторов (Бидль и др.), которые говорят, что при нарушении или выпадении функции половых желез наступает расстройство в вегетативной нервной системе, но говорить отдельно о ваго- или симпатикотонии нельзя.

Как уже было раньше отмечено, мы у кастрированных находили гипертрофию тимуса и уменьшение размеров селезенки. При гиперплазии тимуса и экстирпации селезенки в крови появляется лимфоцитоз (Курлов, Березов, наши наблюдения) и состояние вегетативной нервной системы характеризуется как ваготония (Березов). Сходство последствий спленэктомии и кастрации — в гиперплазии

тимуса и лимфоцитозе. При спленэктомии лимфоцитоз объясняется; Березовым тем, что селезенка действует угнетающим образом на автономную нервную систему и через нее на лимфатическую ткань; после спленэктомии тормоз снимается с автономной нервной системы, наступает состояние ваготонии, которая в свою очередь вызывает лимфоцитоз. Мы задали себе вопрос: не то же ли самое происходит и после кастрации? Правда, лейкоцитарная картина после кастрации и спленэктомии у нас получилась пестрая, но все же в большинстве случаев получается лимфоцитоз и у нас — и после кастрации, и после спленэктомии.

Для того чтобы ближе подойти к пониманию лейкоцитарной картины крови, мы поставили опыты с введением животным лейкотропных и ваго-, симпатикотропных веществ. Из многочисленных лейкотропных веществ мы остановились на нуклеиновокислом натре, который многими был испытан как в эксперименте, так и в клинике; по общепризнанному мнению вещество это при введении под кожу у нормальных животных вызывает вначале скоро-преходящую лейкопению, которая затем сменяется нейтрофильным гиперлейкоцитозом (Черноруцкий). Так как мы нашли указания в литературе, что состояние симпатикотонии характеризуется нейтрофилией, то мы остановились на адреналине как на сильно симпатикотропном веществе, хотя мы знаем, что при адреналине лейкоцитарная реакция характеризуется лимфоцитозом. И, наконец, мы испытали противоположные по своему действию на автономную нервную систему пилокарпин и атропин.

Что же дали нам поставленные опыты с лейко-, ваго-, симпатикотропными веществами?

У нормальных животных действительно получается довольно определенная реакция лейкопоза и лимфопоза в зависимости от введенного вещества. От нуклеиновокислого натра — гиперлейкоцитоз, нейтрофилия (симпатикотония); от пилокарпина — лимфоцитоз, эозинофилия (ваготония); от атропина — увеличение нейтрофилов (угнетение п. vagi, относительная симпатикотония). Особняком стоят опыты с адреналином (см. табл. 4). От введения адреналина у нормальных животных получается через 25—30 мин. увеличение лимфоцитов (проц. и абсол.), а затем и нейтрофилов (абсол.). По данным Мандельштамма (Mandelstamm) влияние адреналина не ограничивается только стенками сосудов, но распространяется на новообразование клеток в фолликулах лимфатических желез, на гиперплазию ретикуло-эндотелиальных клеток и превращение их в лимфоцитов. Работы Тюркова, Кёги, Гофера, Герцфельда, Мюллера (Kägi, Hoefer, Herzfeld, Müller) показали, что лейкоцитоз и лейкоцитарная картина

ТАБЛИЦА 4.

Изменения лейкоцитарной картины после введения адреналина.

Кролик — нормальная, самка.

	L	N	Ly	Mп	Eos	B	
15/XII. До введения	8,5	53 4505	38 3230	9 765	—	—	Адреналин 0,001
Через 25'	10,6	45 4770	42 4452	13 1378			
55'	11	54 594	37 4070	8 880	1 110	—	
Кролик — кастрированная самка							
3/XI. До введения	8	52 4160	46 2880	6 480	2 160	4 320	Адреналин 0,001
Через 10'	13	76 9880	18 2340	3 390	2 260	1 130	
4 ч.	15	77 11550	17 2550	3 450	2 300	1 150	
1 ч. —	14	79 11060	17 2380	2 280	1 140	1 140	
1 ч. 40'	8,5	50 4250	38 3230	8 680	2 170	2 170	
Кролик — кастрированная + спленэктомированная самка							
4/XI. До введения	13	54 7020	40 5200	3 390	1 130	2 260	Адреналин 0,001
Через 10'	13,2	56 7292	30 3620	8 1056	3 396	3 396	
40'	16,3	81 13203	14 2282	1 163	1 163	3 489	
1 ч. —	8,2	58 4756	36 2912	3 246	2 164	1 82	
Кролик — спленэктомированная самка							
18/XII. До введения	10,1	51 5150	35 3535	10 1010	2 202	2 202	Адреналин 0,001
Через 10'	7	48 3260	34 2380	12 840	5 350	1 70	
35'	11	33 3630	49 5390	12 1320	4 440	2 220	
1 ч. —	12	56 6721	33 3960	8 960	2 240	1 120	

ТАБЛИЦА 5.

Изменения лейкоцитарной картины после введения нуклеино-
вокислого натрия.
Кролик — самка контрольная.

	L	Sg	St	Jug	Ly	Mn	Eos	B	Введено под кожу Nat. nuclein 0,2
6/I. До введения	11,7 г.	49 5733	14 1638	—	28 3276	4 468	2 234	3 351	
Через 30'	3,8	57 2176	9 342	—	28 1064	2 76	3 144	1 38	
2 ч. —	15,7	69 10833	12 1884	1 157	17 2709	1 159	—	—	
3 ч. —	16,5	70 11550	15 2475	1 165	13 2145	1 165	—	—	
7/I.	16	60 9600	10 1600	9 1440	15 2400	5 1200	—	1 160	
8/I.	13	28 3340	32 4160	3 390	27 3110	7 910	2 260	1 130	
9/I.	11	48 5280	11 1210	—	31 3410	5 550	3 3.0	2 220	

Кролик — самка кастрированная в периоде полового созревания

6/II. До введения	11,5	39 4485	4 460	—	42 4830	6 690	4 460	5 575	Nat. nuclein. 0,2
Через 30'	18,5	41 7380	12 2160		36 6480	6 1080	2 360	3 540	
1 ч. —	12	40 4800	6 720		38 4560	8 960	3 360	5 600	
7/II	11	38 4180	5 550		42 4600	7 770	3 330	5 550	

Кролик — самка спленэктомированная в периоде полового созревания

13/I. До введения	11,2	32 3584	1 112		50 5100	16 1792	1 112	—	Nat. nuclein. 0,2
Через 30'	9,5	37 3330	14 1260		38 3420	7 630	2 180	2 180	
1 ч. —	8,5	32	6		49	10	2	1	
14/I.	7,9	24 1892	2 158		58 4582	8 732	1 79	7 549	
15/I.	10	31 3100	1 100		50 5000	11 1100	3 300	4 400	

Кролик — самка кастрированная + спленэктомированная

15/II. До введения	12	30 3600	9 1080		47 5600	8 960	4 480	2 240	Nat. nuclein. 0,2
Через 30'	6	30 1800	14 840		42 2520	9 540	3 180	2 120	
1 ч. —	8	31	10		46	8	3	2	
2 ч. —	7,6	29	11		48	7	3	2	
16/II.	11	31 3410	8 880		45 4950	10 1100	4 440	2 220	

ТАБЛИЦА 6.

Изменения лейкоцитарной картины после введения пилокарпина.

Кролик — нормальная самка.

	L	N		Ly	Mn	Eos	B	Пилокарпин 0,01
31/XII. До введения	13	45 5850		38 4940	3 390	2 260	12 1560	
Через 5'	12,8	37 4736		44 5632	6 768	5 640	8 1024	
20'	13,5	30		51	4	7	8	
1 ч. —	15,2	40 6080		48 7298	2 304	4 608	6 912	
1 20'	13,2	44 5808		37 4884	5 660	2 264	12 1584	

Кролик — самка кастрированная

28/XII. До введения	11,0	49 5390		44 4840	4 440	2 220	1 110	Пилокарпин 0,01
Через 10'	11,2	39 4368		45 5040	11 1232	3 336	2 224	
30'	12	40 4800		47 5740	12 1440	1 120	—	
1 ч. —	13	50 6500		43 5590	4 520	1 130	2 260	

Кролик — самка спленэктомированная

29/XII. До введения	9,3	56 5108		40 3740	2 186	2 186	—	Пилокарпин 0,01
Через 20'	10,0	55 5500		43 4300	1 100	1 100	—	
1 ч. —	10,0	60 6000		39 3900	—	1 100	—	

Кролик — самка кастрированная + спленэктомированная

4/XI. До введения	13	54 7020		40 5200	3 440	1 180	2 260	Пилокарпин 0,01
Через 20'	13,2	41 5412		45 5940	9 396	6 792	4 528	
45'	10	51 5100		44 4400	1 100	1 100	3 300	
1 ч. 20'	8,2	55 4510		40 3280	4 328	1 82	—	

ТАБЛИЦА 7.

Изменения лейкоцитарной картины после введения атропина.
Кролик — нормальная самка.

	L	Sg	St	Jug	Ly	Mn	Eos	B	Атропин 0,001
До введения	9,2	50 4600			40 3680	3 276	4 368	3 276	
Через 20'	11	49 5390	6 660		37 4070	3 330	3 330	2 220	
40'	9	55 4950			36 2880	6 540	2 180	1 90	
1 ч. —	9,6	52 4992			39 3744	4 384	3 288	2 192	

Кролик — самка кастрированная

До введения	10,7	45 4815			41 4387	7 749	4 428	3 320	Атропин 0,001
Через 20'	12,3	55 6765			23 2829	8 984	8 934	6 738	
40'	9	61 5490			22 1980	9 810	3 270	5 450	
1 ч. —	10	46 4600			40 4000	8 800	3 300	3 300	

Кролик — самка спленэктомированная

До введения	7	58 4060			35 2450	2 140	4 280	1 70	Атропин 0,001
Через 20'	9,3	67 6231			30 2790	1 93	1 93	1 93	
40'	12	80 9600			17 2040	1 120	—	2 240	
1 ч. —	8	64 5120			34 2720	1 80	1 80	—	

Кролик — самка кастрированная + спленэктомированная

До введения	13	54 7020			40 5200	3 390	1 130	2 260	Атропин 0,001
Через 20'	13,2	56 7292			30 3620	8 1056	3 396	3 396	
40'	14	81 11340			14 1960	1 140	1 140	3 420	
1 ч. —	8,2	85 6970			10 820	4 328	1 82	—	
2 ч. —	13	52 6240			41 6336	5 650	5 130	1 130	

от введения адреналина — явление сложное, здесь могут иметь влияние очень многие моменты (состояние капилляров, селезенки, вегетативной нервной системы, обмена веществ и т. п.). Если лимфоцитоз после адреналина объяснить согласно приведенному взгляду Мандельштама или как следствие механического выжимания в кровь лимфоцитов из желез (Березов), то увеличение нейтрофилов есть реакция костного мозга, и действие очевидно происходит на костный мозг через симпатическую нервную систему.

Адреналин у спленэктомированных вызывает аналогичную по сравнению с нормальным кроликом лейкоцитарную реакцию: через 30 — 35 мин. после введения адреналина — увеличение лимфоцитов (процентн. и абсол.), а затем появляется нейтрофилия (процентн. и абсол.). У кастрированных и кастрированных + спленэктомированных лейкоцитарная реакция на адреналин протекает с увеличением нейтрофилов (процентн. и абсол.), но без изменения количества лимфоцитов у кастрированных и с понижением количества лимфоцитов (процентн. и абсол.) у кастрированных + спленэктомированных (см. табл. 4). Если мы можем строить более или менее удовлетворительное предположение о механизме влияния адреналина у нормальных и спленэктомированных животных, то от объяснения механизма влияния адреналина на костный мозг у кастрированных и кастрированных + спленэктомированных животных мы воздерживаемся.

Опыты с нуклеиновокислым натром наши, как и других исследователей, показали, что нормальное животное на это вещество реагирует значительным нейтрофильным лейкоцитозом. У кастрированных же животных нуклеиновокислый натр по нашим наблюдениям вызывает скоропреходящий нейтрофильный лейкоцитоз, а у спленэктомированных и кастрированных + спленэктомированных мы наблюдали полное отсутствие реакции или даже понижение содержания нейтрофилов (см. табл. 5). Так как действие нуклеиновокислого натра можно считать симпатикотропным (учащение пульса, повышение t°), то мы считаем возможным говорить о действии половых желез и селезенки на симпатическую нервную систему в смысле повышения ее тонуса, а отсюда нам кажется логичным вывод о стимулирующем действии половых желез и селезенки на лейкопоэз костного мозга. Сопоставляя действие нуклеиновокислого натра и адреналина у нормальных и оперированных животных, мы видим значительную разницу в лейкоцитарной реакции, несмотря на то, что оба вещества обладают симпатикотропным действием (см. табл. 4 и 5).

Изменения лейкоцитарной картины в наших опытах под влиянием пилокарпина (увеличение лимфоцитов) и атропина (уменьшение лимфоцитов) лишний раз подтверждают теорию Шульцга и Бере-

з о в а, что лимфоцитоз при спленэктомии зависит от повышенного тонуса *p. vagi*, который стимулирует лимфопоэз в лимфатической ткани; поэтому у спленэктомированных (ваготония) от пилокарпина следует дальнейшее нарастание количества лимфоцитов, а от атропина — угнетение *p. vagi*, что и проявляется уменьшением лимфоцитов (процентн. и абсол. — см. табл. 6 и 7). В лейкоцитарной картине у кастрированных и кастрированных + спленэктомированных в большинстве наших опытов отмечается лимфоцитоз, и действие в этих случаях пилокарпина и атропина такое же, как и у спленэктомированных (см. табл. 6 и 7); является очень соблазнительным объяснить лимфоцитоз кастрированных и кастрированных + спленэктомированных повышением тонуса *p. vagi*, тем более, что после кастрации и кастрации + спленэктомия наступает гиперплазия тимуса, для которой характерна ваготония и лимфоцитоз, но, как видно на нашем материале, картина крови не всегда характеризуется лимфоцитозом (см. табл. 1), в некоторых случаях наступает увеличение нейтрофилов и уменьшение лимфоцитов; для объяснения нейтрофилии в этих случаях приходится допустить иное соотношение *p. sympathici* и *p. vagi*, именно превалирование тонуса *p. sympathici*.

В ы в о д ы.

1. Селезенка по нашим опытам не является органом, тормозящим функцию костного мозга, а скорее — стимулирующим.

2. Половые железы по сравнению с селезенкой действуют задерживающим образом на эритропоэтическую функцию костного мозга.

3. Понижение *Hb* и *Hg* в крови после кастрации зависит от изменения (понижения) основного обмена (O_2 и CO_2) и выключения положительного хемотаксиса половых желез.

4. Выпадение функции половых желез и селезенки взаимно уравнивает друг друга в их влиянии на состояние в периферической крови.

5. Восстановление крови после кровопускания и гемолиза требует различного времени у нормальных, кастрированных, спленэктомированных и кастрированных + спленэктомированных животных и сопровождается то появлением большого количества ретикулоцитов (ретикулоцитарная реакция), то эритробластов (эритробластическая реакция).

6. Кастрация, спленэктомия и кастрация + спленэктомия вызывают гистологические изменения костного мозга и его функционального состояния.

7. По нашим опытам можно предполагать о стимулирующем и

регулирующем действии половых желез и селезенки на лейкопоз костного мозга.

8. Действие половых желез и селезенки на лейкопоз костного мозга осуществляется через вегетативную нервную систему.

Поступило в Редакцию
24 февраля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Aschoff, — 2. Березов Е. М. О функциях селезенки. 1925. 3. — Brener u. Seiller. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 50, 1903. — 4. Börner-Patzelt D., Gödel A. u. Standenath F. Ретикуло-эндотелиальная система. 1926. — 5. Asher L. u. Furuya K. Bioch. Zts. Bd. 174, 1924. — 6. Biedl A. Внутренняя секреция. 1914. — 7. Винсент С. Внутренняя секреция 1928. — 8. Вейль А. Внутренняя секреция. 1923. — 9. Истаманов, Мясников, Святская. О влиянии селезенки на течение экспериментальных анемий. Труды therap. съезда. — 10. Hoff F. D. m. W. № 22, 1928. — 11. Hoff u. Stuart Ritter von Linhard. Über die zentralnervöse Regulation des Blutes. Zts. f. d. ges. exp. Med. Bd. 63, 1928. — 12. Hoff. Die veget. Regul. des Blutes. D. m. W. № 22, 1928. — 13. v. Falkenhausen M. F. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 103, 1924. — 14. Лербулле И., Гийом А., Арвье, Г. Картион. Железы внутр. секреции и симпатическая нервная система. 1926. 15. — Михайлов М. И. О влиянии селезен. вытяж. на состояние крови и о терапевт. ее значении при малокровии. Журн. хим. и органотерапии. № 38, 1913. — 16. Müller u. Kast. Kl. W. № 10, 1928. — 17. Müller W. Kl. W. № 16, 1926. — 18. Mandelstamm, M. Virch. Arch. Bd. 261, 1926. — 19. Naegeli, O. M. m. W. № 23, 1918. — 20. Naegeli O. Blut und Blutdiagnostik. 1923. — 21. Widal T. Nouveau traité de médecine. Bd. IX, 1927. 22. — Николаев Н. А. Обмен веществ и проблема кроветворения. 1927. — 23. Страдомский. Арх. exper. медиц. № 1, 1922. 24. — Сахаров Г. П. Опорные пункты в анализе эндокрин. заболеваний. Нов. рук. по медиц. 1927. — 25. Тогунова А. П. Арх. клин. и эксп. мед. № 7 — 8, 1923. — 26. Тюриков. Влияние адренал. на сост. крови у кроликов и влияние выключ. селез. Докл. на XVI съезде росс. хирург. — 27. Шервинский В. Д. и Сахаров Г. П. Основы эндокринологии. 1929. — 28. Шиллинг В. Картина крови и ее клинич. знач. 1926. — 29. Черноруцкий М. В. К вопросу о влиянии нуклеин. кислоты на живот. орган. Дисс. 1911. — 30. Эпштейн А. Л. Рефлексы вегет. нервн. системы. 1925. — 31. Шустров Н. М. и Владос Х. Х. Клинич. гематол. 1923. — 32. Zondek K. W. № 20, 1926. — 33. Zondek H. Болезни эндокринн. желез. 1929. — 34. Фаерман И. Л. Болезни селезенки. 1928. — 35. Курлов М. Г. Врач, № 23 — 24. 1889.

INFLUENCE DES GLANDES GÉNITALES SUR LES ORGANES ÉRYTHROPOÉTIQUES ET LE SANG PÉRIPHÉRIQUE.

J. J. Tsvetkoff.

Université de Kazan. Laboratoire de Physiologie Chef: Prof. Mislavsky (†). Clinique
Thérapeutique Chef: Prof. N. K. Gorjaieff.

La castration et la splénectomie ainsi que la castration et la splénectomie combinées produisent chez les animaux un changement de

la moelle des os et de son état fonctionnel. Le rétablissement du sang après saignée et hémolyse s'opère plus rapidement chez les animaux châtrés et chez ceux ayant subi une castration et une splénectomie combinées que chez les individus normaux ou ayant subi seulement une splénectomie. D'après nos expériences sur l'hémolyse et la saignée, il résulte que la rate est un organe stimulant, tandis que les glandes génitales ont une action inhibitrice sur la fonction érythropoétique de la moelle des os. La diminution de l'hémoglobine et du nombre des érythrocytes chez les animaux châtrés. Produit un changement et une diminution du métabolisme fondamental (O_2 et CO_2) et l'exclusion de l'hémotaxie positive des glandes génitales envers les érythrocytes. Un état du sang analogue à celui d'animaux châtrés pendant la période de puberté, observé chez les femmes atteintes de chlorose, peut être considéré comme la suite de l'exclusion des fonctions des glandes génitales, causant l'affaiblissement du métabolisme fondamental.

Les glandes génitales et la rate produisent une activation et une régularisation de la leucopoèse de la moelle des os par l'intermédiaire du système végétatif nerveux.

ОБ ИЗВРАЩЕНИИ РЕАКЦИИ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ НА
ПИЛОКАРПИН.

А. Г. Гинецинский и А. С. Михайлович.

Из фармакол. лабор. ГИМЗ. Завед. лабор. проф. М. И. Граменицкий.

Как известно, обычным следствием введения пилокарпина является понижение кровяного давления, которое постепенно возвращается к норме. Хитн и Мэккэйт (Heaton and Mackeith)¹ нашли, что кровяное давление декапитированных кошек оказывает своеобразную реакцию на пилокарпин, отличную от реакции животных, наркотизированных или же подвергнутых децеребрации. Описанный этими исследователями эффект заключается в следующем. Вслед за внутривенным введением пилокарпина в дозе 0,0005—0,001 кровяное давление резко падает, но затем немедленно начинает повышаться, переходит через нормальный уровень и удерживается на высоких цифрах длительный промежуток времени. Этот эффект протекает на фоне замедленного сердечного ритма. Введение атропина вызывает учащение сердцебиений и одновременно падение давления до исходного уровня. Авторы полагают причину описанного ими феномена в сосудистом спазме, выступающем вследствие возбуждающего действия пилокарпина на преганглионарные окончания симпатических нервов, так как эрготамин уничтожает этот эффект. То обстоятельство, что феномен выступает лишь при условии декапитации, заставляет авторов прийти к выводу, что разъединение симпатических нервов от бульбарных центров делает симпатические узлы чувствительными к пилокарпину.

Своеобразие феномена Хитна и Мэккэйта и их толкование этого феномена имеет значительный интерес с точки зрения фармакодинамики ядов автономной системы. В силу этого мы решили повторить эти опыты и по возможности ближе исследовать условия возникновения извращенной реакции кровяного давления на пилокарпин.

¹ Journ. of Physiol. V. 63, 1927, 42.

Мы предполагали вести наше исследование по следующему плану. Приняв за исходную гипотезу Хитна и Мэккэйта, мы не видели существенной разницы между декапитацией и перерезкой спинного мозга на любом уровне от I шейного до II грудного сегментов. Если для обнаружения описанного ими эффекта действительно необходимо разъединение краниальных центров симпатической системы от ее спинномозговых отделов, то это условие выполняется перерезкой мозга. Мы предполагали далее производить перерезки в торакальной части спинного мозга, чтобы точно локализовать, какие сегменты,

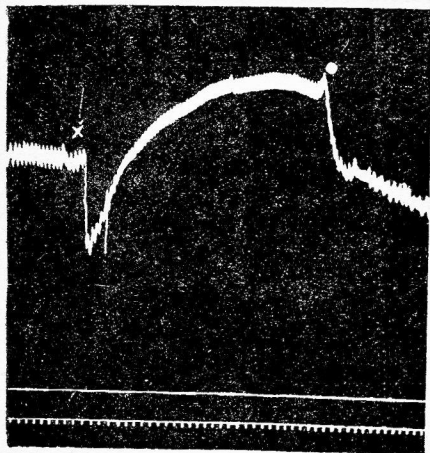


Рис. 1. Эффект от введения 0,001 pilocarpinum hydrochloricum (X) и последующего введения 0,001 atropinum sulfuricum (o). √ кошки перерезан спинной мозг на уровне L_{II} и оба п.п. vagi на шее. Каждая отметка на нижней линии соответствует 8 сек.

содержащие симпатические нейроны, ответственны за извращенную реакцию на пилокарпин.

Методика исследования вполне элементарна и не нуждается в детальном описании. Кровяное давление регистрировалось ртутным манометром через а. carotis. Опыты велись частью под эфирным наркозом, частью под хлоралозой. Пилокарпин (pilocarpinum hydrochloricum) вводился внутривенно — 1 см³ раствора 1:1000. Все опыты поставлены на кошках.

Опыты с перерезкой мозга.

Произведя в двух опытах перерезку спинного мозга под продолговатым, мы не получили извращенной реакции на пилокарпин, описанной английскими авторами. Тогда мы повторили опыт с декапитацией и в этом случае смогли полностью подтвердить справедливость наблюдения Хитна и Мэккэйта. Сопоставив эти наблюдения, мы обратили внимание, что существенное отличие в условиях нашего опыта по сравнению с опытами Хитна и Мэккэйта заключается в нарушении целостности п.п. vagi при декапитации. В силу этого мы вновь произвели опыт с высокой перерезкой спинного мозга, одновременно перерезав п.п. vagi на шее. В этом случае мы получили подъем кровяного давления после введения пилокарпина (рис. 1). Из 10 опытов с перерезкой спинного мозга на различных уровнях (от С_{II} до S_{III}) при условии одновременной перерезки п.п. vagi на шее мы получили такой результат в 9 случаях. При этом оказалось, что место перерезки спинного мозга не играет никакой роли для осуществления этого эффекта. Извращенная реакция на пилокарпин имеет место и

в том случае, когда перерезка произведена ниже места выхода симпатических волокон, т. е. когда вся симпатическая система не разобщена с краниальными центрами. Таким образом предположение Хитна и Мэккэйт о том, что нарушение центральных связей в симпатической системе есть причина описанного ими феномена, не подтверждается.

Опыты с перерезкой п.п. vagi.

Предыдущие опыты приводили к заключению, что первичная причина извращенной реакции на пилокарпин может зависеть не от нарушения целостности спинного мозга, но от перерезки п.п. vagi. Экспериментальная проверка этого предположения привела к следующим результатам. Было поставлено 8 опытов с перерезкой обоих п.п. vagi на шее и 10 опытов с перерезкой нервов под диафрагмой. Из 8 опытов с высокой перерезкой блуждающих нервов в 3 случаях мы имели несомненный эффект, ничем не отличающийся от описанного [Хитн и Мэккэйт (рис. 2)]. В 10 опытах перерезки нервов под диафрагмой мы видели лишь один бесспорный случай подъема кривой кровяного давления вслед за введением пилокарпина.

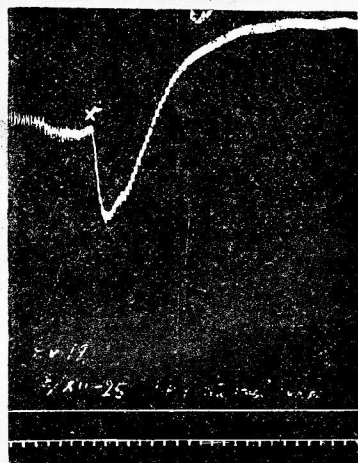


Рис 2. Эффект от введения 0,001 пилокарпина (X). У кошки перерезаны оба п.п. vagi на шее. На нижней линии отмечаются промежутки в 8 сек.

Опыты с полной симпатикотомией.

Поскольку выяснилось, что характер реакции кровяного давления зависит от целостности п.п. vagi, явилось интересным исследовать, как влияет на эту реакцию полное уничтожение всей автономной иннервации. С этой целью в 5 опытах помимо ваготомии была произведена и симпатикотомия. В этом опыте удалялись с обеих сторон ganglia stellata (петроплеврально), шейные узлы, брюшная цепочка симпатического нерва и п.п. splanchnici. После симпатикотомии и ваготомии реакция кровяного давления на пилокарпин изменяется следующим образом. Обычные дозы пилокарпина (0,001) оказываются или без всякого эффекта или вызывают очень небольшое понижение давления. В некоторых опытах мы наблюдали удивительную нечувствительность животного к пилокарпину. При обычных дозах никакого эффекта не выступало. Лишь при громадном увеличении дозы

(50 мг и 100 мг) сразу, без предварительного понижения, выступает повышение кровяного давления (рис. 3). Возможность добиться повторными введениями больших доз пилокарпина подъема давления отличает эту реакцию от реакции ваготомированного животного. При ваготомии, так же как и в опытах Хитна и Мэккэйтта с децеребрацией, эффективным оказывается только первое введение пилокарпина. Последующие же введения вызывают лишь обычный эффект — понижение давления.

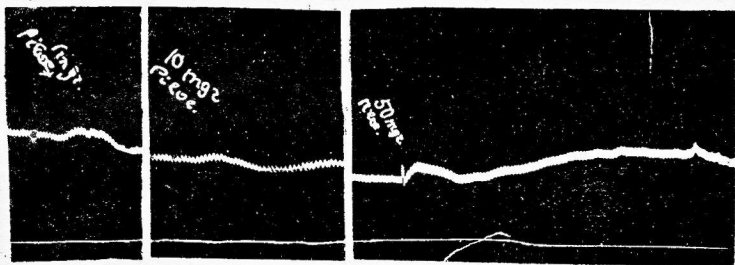


Рис. 3. Эффект от введения пилокарпина в дозах 0,001, 0,01 и 0,05. У кошки перерезаны п.п. *vagi* на шее, удалены с двух сторон *ganglii stellati*, брюшные цепочки п. *sympathici*, *ganglion solare* и перерезаны п. *splanchnici*.

Опыты с перекрестным кровообращением.

Для того чтобы подойти к уяснению механизма извращенной реакции на пилокарпин, мы поставили 8 опытов с перекрестным кровообращением. А.а. *carotis* двух кошек соединялись резиновыми трубками. У одного животного перерезались п.п. *vagi* на шее, другое оставалось интактным. В качестве противосвертывающего средства вводился Novirudin. Кровяное давление обоих животных регистрировалось одновременно. Пилокарпин вводился в вену сначала контрольному и через некоторое время ваготомированному животному. В 7 случаях мы получили обычный пилокарпиновый эффект — понижение кровяного давления у обоих животных независимо от того, которому животному был введен пилокарпин. В одном опыте явления сложились следующим образом. В вену животного с целым блуждающим нервом было введено 0,002 пилокарпина. Это вызвало стойкое падение давления у этого животного. В это время кровяное давление ваготомированного животного никаких изменений не обнаружило. Через 5 мин. введено 0,0005 пилокарпина в вену ваготомированного животного. Результатом было мимолетное падение давления; одновременно с этим у другого животного усилились сердечные сокращения и поднялось давление (рис. 4). Этот опыт повидимому может

быть истолкован в том смысле, что в кровь ваготомированного животного после введения пилокарпина поступили какие-то вещества, которые перешли в систему кровообращения контрольного животного и вызвали в нем описанный эффект.

Переходя к обсуждению собранного нами экспериментального материала, мы приходим к следующим выводам. Феномен, описанный Хитном и Мэккэйтом, подтверждается. Однако истолкован этот феномен авторами был ошибочно. Декапитация вовсе не является

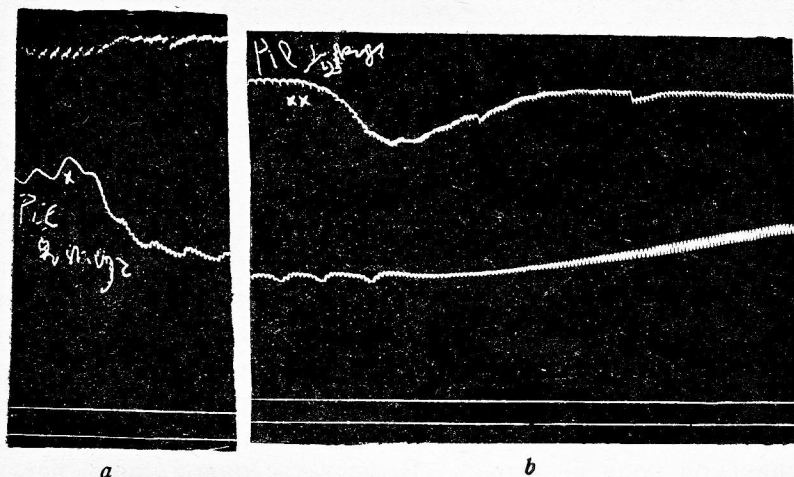


Рис. 4. Перекрестное кровообращение посредством соединения а.а. carotis. Верхняя кривая—запись кровяного давления ваготомированной кошки; нижняя—запись давления неоперированной кошки. X—введено 0,002 piloc. hydrochl. неоперированной кошке; X X—введено 0,0005 piloc. hydrochl. ваготомированной кошке. Между отрезками а и б прошло 5 мин.

необходимым условием для подъема кровяного давления после введения пилокарпина. По нашим наблюдениям это условие заключается в перерезке блуждающих нервов. Этот эффект обнаруживается при декапитации потому, что при этой операции перерезаются блуждающие нервы. Соответственно с этим отпадает высказанное Хитном и Мэккэйтом предположение о разъединении церебральных и спинномозговых симпатических центров, как о причине, создающей возбудимость симпатических ганглиев к пилокарпину.

Понимание внутреннего механизма изучаемого явления предполагает уяснение двух положений: 1) каковы те образования, которые под влиянием пилокарпина обуславливают повышение кровяного давления, и 2) почему эти образования реагируют описанным способом лишь после перерезки блуждающих нервов.

Повидимому можно принять, что причиной повышения давления являются процессы, разыгрывающиеся в сосудистой, а не в сердечной

части аппарата кровообращения. На это указывают следующие наблюдения. Подъем давления не связан с усилением сердечных сокращений (особое положение занимает опыт с перекрестным кровообращением). Подъем давления происходит на фоне замедленной пилокарпином сердечной деятельности. Атропин, введенный на высоте действия пилокарпина, вызывает падение давления и одновременно учащает сердцебиения. Эти факты описаны Хитном и Мэккэйтом и вполне подтверждаются в нашем исследовании.

Рассматривая сосудистую систему как субстрат реакции, можно представить себе две возможности: а) пилокарпин непосредственно действует на сосудистую стенку, включая в это понятие и заложенные в ней нервные окончания, б) под влиянием пилокарпина в кровь поступают прессорные вещества. Вопрос о природе этих веществ остается открытым.

Весьма значительные затруднения представляет понимание связи между наблюдаемым эффектом и перерезкой блуждающих нервов. Сопоставляя результаты различных рядов опытов, мы находим, что хотя при одной перерезке п.п. *vagi* феномен выступает с полной отчетливостью, но процент опытов с положительным результатом зависит не только от уровня перерезки нерва, но и от перерезки мозга; при этом удивительным образом локализация места перерезки мозга никакой роли не играет. В опытах с одной лишь перерезкой блуждающих нервов под диафрагмой мы имели один положительный опыт из 10, при перерезке нервов на шее — 3 из 8 и при перерезке нервов на шее с одновременной перерезкой мозга — 9 из 10. Попытки объяснения связи изучаемого феномена с перерезкой блуждающих нервов, равно и факт влияния нарушения целостности спинного мозга, носили бы в настоящее время неизбежно спекулятивный характер. Тем не менее для нас представляет значительный интерес самый факт установления связи реакции организма на ваготропное вещество с наличием тонических импульсов, осуществляемых через блуждающие нервы. Анализ этой связи будут посвящены дальнейшие исследования.

Выводы.

После перерезки блуждающих нервов внутривенное введение пилокарпина вызывает быстро преходящее падение кровяного давления. Вслед за тем давление повышается по сравнению с исходным и длительно остается на повышенном уровне.

Поступила в Редакцию
11 марта 1930 г.

DISTURBANCE OF THE BLOOD PRESSURE REACTION TO PILOCARPINE.

By *A. G. Ghinetsinsky* and *A. S. Mikhailovitsch*.

Pharmacological Laboratory of the State Institute of Medical Knowledge, Leningrad.
Superintendent: Prof. Gramenitsky.

After section of the nervi vagi, the intravenous introduction of pilocarpine causes a momentary fall in the blood pressure. It rises however very soon and attains a point superior to that initially observed, where it remains for an extensive period of time.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГИМНАСТИК (МЮЛЛЕРА, ПРОШЕКА, АНОХИНА, ШТОЛЬЦА, ЗУРЕНА, ПРЖЕВОЛИНСКОГО) НА ГАЗООБМЕН, СЕРДЕЧНО-СОСУДИстую СИСТЕМУ И КРОВЬ.

В. А. Волжинский, Г. С. Ган и А. Н. Крестовников.

Из гигиенич. лаборат. Военно-медицин. акад.; заведывающий проф. Г. В. Хлопин
и физиол. лабор. Гос. института физич. образов. им. П. Ф. Лесгафта; заведывающий
проф. А. Н. Крестовников.

Отсутствие научного обоснования некоторых широко-распространенных домашних гимнастик, напр., Мюллера, Зурена и др., побудило нас приступить к обследованию их с целью выяснить их физиологический эффект в дыхательной, сердечно-сосудистой и кроветворной системах.

Газообмен нами был исследован на одном лице, сердечно-сосудистая реакция — на 23 лицах, кровь (определение гемоглобина, счет лейкоцитов и качественная картина крови) — на 10 лицах.

Общая постановка опытов была следующая. Накануне опыта испытуемому лицу предлагалось лечь в 12 часов, встать в 8 ч. утра, доехать с минимумом затраты физического напряжения до лаборатории, снова лечь. Через 1—1½ после этого приступали к обследованию.

Исследование газообмена производилось нами с помощью прибора Цунц-Гепперт (Zuntz-Geppert). Химический анализ проб выдохнутого воздуха во время покоя, во время физических упражнений, производился в аналитическом приборе Цунца.

Для опыта над газообменом служило 1 лицо — Г. Г. — 167 см роста, 66,1 кг веса, 25 лет; преподаватель снарядовой гимнастики, врач по образованию.

Для опыта над сердечно-сосудистой и кроветворной системой служили студенты и студентки Гос. инст. физич. образ. разных курсов (I, II, III и IV), различной степени подготовленности к физическим упражнениям. Студенты после сна немедленно приходили в лабора-

торию, снова ложились на $1\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа и только после этого приступали к гимнастике. По окончании гимнастики они снова ложились на скамейки на 40—60'.

Для исследования сердечно-сосудистой реакции мы пользовались определением кровяного давления (максим. и миним.) по Короткову, счетом пульса, причем во время совершения гимнастики после каждого нового вида упражнения, входящего в последнюю, нами в течение первых 10—15 секунд производился подсчет пульса за 10 секунд, чтобы впоследствии можно было бы составить пульсовый профиль как гимнастики, так и субъекта, выполнявшего упражнения; гемоглобин определялся до гимнастики, затем через 30 и 60 минут после нее в колориметре Мигоса (Mygos), кровь сосчитывалась в камере Бюркера (Bürker), качественная картина крови исследовалась по Шиллингу (при окраске по Гимза).

Газообмен.

Вопросу о влиянии мышечных упражнений на газообмен посвящено много работ [Шово (Chauveau) (1896), Катценштейн (Katzenstein) (1891), Леви (Loewy) (1908), Цунц, Бенедикт и Кэтгарт (Benedikt a. Cathcart) (1913), Крог и Линдгарт (Krogh u. Lindhard) (1914) и др.].

Главный центр внимания в этих работах связан с вопросом об источниках мышечной энергии—за счет каких пищевых веществ—жиров, углеводов—совершается работа; поэтому анализ полученных при этом данных касается изменений дыхательного коэффициента (отношения выделенной углекислоты к поглощенному кислороду).

Шово отметил, что дыхательный коэффициент во время непродолжительной работы увеличивается; в случае, если работа была продолжительной, дыхательный коэффициент имел склонность уменьшаться. Это повышение дыхательного коэффициента он рассматривал как доказательство того, что источником мышечной энергии являются углеводы, а падение дыхательного коэффициента он рассматривал, как указание на превращение жиров в углеводы, предшествующее их конечному окислению. Выводы Шово оспаривались Цунцом, который на основании своих исследований и исследований Катценштейна и Леви утверждал, что изменения дыхательного коэффициента во время мышечной деятельности не происходит. Исследования Бенедикта и Кэтгарта, а также Крога и Линдгарда бесспорно установили, что мышечная работа вызывает, хотя и небольшой, но определенный подъем дыхательного коэффициента.

За последнее десятилетие в области спорта газообмен определен при плавании, при гребле, беге, езде на велосипеде и т. д.

Нами, прежде чем приступить к исследованию газообмена при различных домашних гимнастиках, был изучен отдельно газообмен при движениях руками, ногами, туловищем, ибо эти движения, применяемые в различных комбинациях, и составляют ту или иную домашнюю гимнастику.

Прежде чем приступить к рассмотрению данных влияния физических упражнений (движения руками, ногами, туловищем и их различными сочетаниями, даваемыми в индивидуальных гимнастиках), обращаем внимание, что в состоянии покоя у Г. как легочная вентиляция, так и количество поглощаемого O_2 и выделяемой CO_2 в 1', в течение значительного времени (от 26/III—28 г. до 14/I—29 г.) колеблются в незначительных размерах. Среднее: легочная вентиляция

ТАБЛИ

Время исследования	№№ опыта	Характер движений	Время выполнения движений	Число дыханий			Объем выдох воздуха в $см^3$	
				Покой	Упражн.	Покой	Покой	Упражн.
1928 г.								
26/III	1	Движение руками	12'	—	—	—	6171	—
9/IV	5	Движение руками симметричн. . . .	"	10	—	12	5992	14685
4/IV	4	Движение руками несимметричн. . .	"	9,5	12,5	11	5249	16494
28/III	2	Движение ногами (сгибание и разгибание)	"	8	15	11	5628	17058
2/IV	6	Движение ногами (скорчивание и выбрасывание)	"	10	16	10	6184	20264
2/IV	3	Движение туловищем	"	10	12	11	5628	17058

5534 $см^3$ (колебания от 4640 до 6184 $см^3$), количество выделенной CO_2 —195,2 $см^3$ (колебания от 158,4 до 232,1 $см^3$), количество поглощенного O_2 —249,8 $см^3$ (колебания от 200,3 до 298,3 $см^3$), дыхательный коэффициент 0,781 (колебания 0,708—0,849).

Как видно из приведенных данных в таблице 1, количество вентилируемого воздуха в 1' во время упражнений значительно возрастает, одновременно возрастает количество выделяемой CO_2 и поглощаемого кислорода; в результате этого и происходит изменение дыхательного коэффициента.

Сравнивая виды упражнений руками (оп. 4 и 5)—симметричные и несимметричные движения руками, мы должны отметить, что количество вентилируемого воздуха, поглощенного кислорода и выде-

ленной CO_2 при несимметричных движениях больше, чем при симметричных движениях, несмотря на то, что как в том, так и в другом движении участвовали одни и те же группы мышц. Это повышение газообмена при несимметричных движениях руками нами ставится в связь с тем, что испытуемый субъект должен был затрачивать больше внимания для правильного выполнения несимметричных движений. Это объяснение находит себе оправдание в исследованиях Г. В. Хлопина, В. А. Волжинского и В. Яковенко над влиянием умственного труда на респираторный газообмен и обмен энергии. Из их наблюдений отчетливо видно, что умственная деятельность оказывает влияние на увеличение общего газообмена, поглощение кислорода и выделение углекислоты.

ТАБЛ. 1.

нутого в 1'		Количество выделенной CO ₂ в см ³ в 1'			Количество поглощенного O ₂ в см ³ в 1'			Дыхательный коэф- фициент		
Покой	Покой	Упраж.	Покой	Покой	Упражн.	Покой	Покой	Упражн.	Покой	
6982	196,2	—	240,9	262,4	—	286,3	0,786	—	0,866	
9160	198,3	559	320	257	608	320	0,771	0,92	1,0	
7205	196,2	770,4	279,5	253	915,4	301	0,775	0,849	0,928	
8044	170	563	292	240	755	316	0,708	0,80	0,93	
8361	232,1	830,0	299,4	298,3	1035	326,3	0,78	0,802	0,914	
8044	231	454,4	314,5	285,1	548,5	299,5	0,748	0,828	1,006	

Упражнения ногами, в одном случае — сгибание и разгибание, в другом случае — скорчивание и выбрасывание, также дало различие как в общем газообмене, так и в выделении CO_2 и поглощении O_2 в сторону увеличения при последнем виде упражнений, что стоит в прямой связи с большим напряжением при этом.

Упражнение мышц туловища также вызывает увеличение общего обмена, выделение CO_2 и поглощение O_2 .

Сравнение упражнений руками, ногами и туловищем указывает нам, что наиболее напряженный газообмен происходит при движении ногами и туловищем. Это увеличение газообмена стоит в прямой связи с массой мышц, вовлеченных в тот или иной вид гимнастических упражнений.

Далее нами были обследованы гимнастики Мюллера (15-минутная), Прошека, Анохина, Штольца, Зурена, Пржеволинского и др. (табл. 2).

Все исследованные нами гимнастики могут быть разделены на 3 группы:

I группа — гимнастика Мюллера, имеющая преимущественно своею целью укрепление и развитие брюшного пресса.

ТАБЛИ

Дата	№№ опыта	Система гимнастики	Время выполнения	Число дыханий			Легочная вентиляция в см ³ в 1'	
				Покой	Упраж.	Покой	Покой	Упраж.
1928 г.								
24/IV	8	Мюллера 8 упр. без ванны . . .	12'40"	10	15	12	5613,6	18218
10/X	12	" с растиран.	5'42"	10	—	12	6030	24710
6/VI	11	" с обтир. мокр. полотенцем	17'30"	9,5	—	10	6204	—
14/XI	14	Прошека	9'	9,5	—	10	5325	16567
22/XI	15	Анохина	9'51"	9,5	—	10	4745	17480
5/XII	16	Штольца	9'15"	9	—	9,5	5263	26094
17/X	13	Зурена	8'7"	10	12	10	5800	20291
1929 г.								
4/I	17	Пржеволинского I серия . . .	9'	10	—	10	4640	24570
8/I	18	" II " . . .	12'12"	8	—	9,5	5237	31614
9/I	19	" III " . . .	17'30"	9	—	9	5152	27841
14/I	20	Утренняя	8'14"	10	14	10	5215	18220

II группа — так называемые „волевые“ гимнастики — Прошека, Анохина, Штольца, ставящие своею целью повысить деятельность той или иной группы мышц путем воздействия нервных импульсов не столько от движения, сколько от сосредоточения внимания во время упражнения на эти мышцы.

III группа — так называемые функциональные ¹ гимнастики, целью которых является укрепление внутренних органов. Сюда относятся гимнастики Зурена и Пржеволинского.

Как видно из приведенных данных в табл. 2, гимнастика Мюллера вызывает значительный газообмен. Объем вентилируемого

¹ Функциональные гимнастики носят еще название анатомио-физиологических гимнастик. Каждая гимнастика есть анатомиофизиологическая, ибо через деятельность отдельных групп мышц повышается деятельность внутренних органов — сердца, легких и т. д. Приписывая названия своим гимнастикам функциональных, Зурен, Пржеволинский противопоставляют свои гимнастики нефункциональным, что является неправильным.

воздуха в 1' колеблется от 18 000 до 25 000 см³, количество выделенной углекислоты и поглощенного О₂ повышается. Дыхательный коэффициент увеличивается, причем наблюдается через 5—18' отчетливое последствие (Nachwirkung), которое в одном случае указывает на то, что во время гимнастики Мюллера с растиранием образовалась даже задолженность организму О₂, ибо дыхательный коэффициент оказался выше единицы—1,07.

ТА 2.

Ляция	Количество выделяемой СО ₂ в см ³ в 1'			Количество поглощенного О ₂ в см ³ в 1'			Дыхательный коэф- фициент		
	Покой	Упражн.	Покой	Покой	Упражн.	Покой	Покой	Упражн.	Покой
12599	189,7	814,3	425,8	233,4	916,4	471	0,849	0,894	0,966
8644	195,9	1208,3	330,3	256,8	1372	308,6	0,784	0,881	1,07
11529	217,8	—	456,4	256,2	—	462,3	0,849	—	0,992
5490	171,5	810,2	206,9	200,3	841,3	222,3	0,816	0,962	0,931
—	169,4	833,8	—	227,8	229,9	—	0,744	0,896	—
8040	194,8	1156	291	240,4	1375	291	0,810	0,841	1,00
6235	212,9	951,5	238,8	265,1	992	271,1	0,803	0,906	0,865
6104	158,4	841	204,3	217,2	1000	271,3	0,728	0,841	0,753
6206	184,9	998	221,5	239,8	1112,8	262,5	0,771	0,898	0,844
6188	185,5	955	193,7	240	1095,1	253,7	0,773	0,878	0,763
5647	214,5	778	244,5	273,2	903,7	267,1	0,773	0,864	0,915

„Волевые“ гимнастики Прошека и Анохина, близкие по своим упражнениям, дают почти одинаковый газообмен, не превосходящий при движениях туловищем и ногами и незначительно превышающий газообмен при движениях руками (симметричном). Гимнастика Штольца вызвала напряженный газообмен, значительно превосходящий газообмен при гимнастике Прошека и Анохина, причем нами было сделано некоторое отступление от указаний автора. Штолец на стр. 16 пишет, что „упражнения состоят в том, чтобы через правильные промежутки времени делать сначала глубокое дыхание, затем сообразно с указанными в отдельных упражнениях делать напряжения мускулов, после чего глубоко выдыхать“. Так как указание Штольца во время мышечного напряжения делать задержку дыхания чрезвычайно тяжело (получается опыт Вальсальвы) и к тому же это может нанести вред организму, нами было сделано некоторое изменение — вначале вдох, во время мышечного напряжения постепенный выдох.

Из табл. 2 видно, что вентиляция легких при гимнастике Штольца выше, чем при гимнастике Мюллера, а именно $26\,094\text{ см}^3$ воздуха в 1'; так же велико выделение углекислоты и поглощение кислорода (наибольшее из всех примененных нами гимнастик — $1\,375\text{ см}^3\text{ O}_2$ в 1').

Из функциональных гимнастик мы исследовали, как сказано выше, гимнастику Зурена и Пржеволинского (3 серии — слабую, среднюю и максимальную).

При гимнастике Зурена легочная вентиляция в 1' достигает $20\,291\text{ см}^3$, поглощение кислорода $992,0\text{ см}^3$, выделение CO_2 $961,5\text{ см}^3$, при гимнастике Пржеволинского — I серия — легочная вентиляция достигает $24\,510\text{ см}^3$, II серия — $31\,614\text{ см}^3$ и III серия — $27\,841\text{ см}^3$, поглощение O_2 — I серия — 1000 см^3 , II серия — $1\,112,8\text{ см}^3$ и III серия — $1\,095,1\text{ см}^3$, выделение CO_2 — I серия — 841 см^3 , II серия — 998 см^3 , III серия — 955 см^3 . Из этих данных видно, что наибольшая легочная вентиляция наблюдается при II серии упражнений Пржеволинского, при I серии легочная вентиляция приближается к легочной вентиляции, наблюдаемой при гимнастике Мюллера, Штольца, при III серии легочная вентиляция выше, чем при гимнастике Мюллера и Штольца, но ниже, чем при II серии Пржеволинского. Понижение легочной вентиляции в 1' при III серии может найти объяснение в том, что эта серия является более длительной, содержащей 140 движений и вызвавшей утомление у Г. [III серия продолжалась $17'30''$ при общей легочной вентиляции (не приведенной к 0° и 760 мм) — 524 L , II серия — $12'12''$ при 413 L]. Утомление, наблюдаемое при гимнастике Пржеволинского, зависит главным образом от повышенной вентиляции легких, но не от мышечной нагрузки, которая по сравнению с мышечной нагрузкой при гимнастике Мюллера меньше, поэтому мы позволяем себе высказать мысль, что гимнастика Пржеволинского есть преимущественно дыхательная гимнастика.

Далее мы приводим один опыт с утренней гигиенической гимнастикой, разработанной студентами при кафедре физического образования института им. П. Ф. Лесгафта и предполагаемой для некоторых заводов Ленинграда. Как видно из табл. 2, легочная вентиляция при этой гимнастике немного превосходит вентиляции при движении руками, ногами, туловищем и даже немного ниже, чем при движении скорченными ногами.

На основании исследований Минса и Ньюбурга (Means and Newburgh), Крога и Линдгарда и Бузби (Boothby), Бейнбридж устанавливает, что вентиляция легких представляет приблизительно линейную функцию поглощения телом кислорода.

Утверждение о параллелизме между легочной вентиляцией и

поглощением O_2 относится только к работе с небольшой нагрузкой. Чем больше работы, тем больше разница между поглощением O_2 и легочной вентиляцией в сторону повышения поглощения O_2 .

ТАБЛИЦА 3 (Бу з б и).

Поглощение O_2		Общ. легочная вентиляция	
$см^3$ в 1'	увел. в %	Л. в 1'	увел. в %
Покой 175	100	5,5	100
Работа 320	182	9,8	178
" 448	256	12,8	233
" 559	320	15,5	282
" 608	347,4	16,8	305,5
" 912	521	24,1	438

Так как нас при исследовании индивидуальных гимнастик интересовал также вопрос, насколько правильно подходят авторы, предложившие ту или иную систему физических упражнений, к связи между

ТАБЛИЦА 4.

Гимнастика	№№ опыта	Поглощ. O_2 в $см^3$ в 1'	Легочн. вентил. в $см^3$	Коефф. за- хвата O_2 × × 100 л. в.
Мюллера	8 {	233,4	56 136	4,15
		916,4	18 218	5,03
		256,8	6 030	4,26
"	12 {	1372	24 710	5,81
		200,3	5 325	3,76
Прошека	14 {	841,6	16 567	5,07
		227,8	4 745	4,80
Анохина	15 {	929,9	17 480	5,32
		240,4	5 263	4,56
Штольца	16 {	1375	26 094	5,29
		265,1	5 800	4,57
Зурена	13 {	992	20 291	4,89
		217,2	4 640	4,68
Пржеволинского	17 {	1000	24 510	4,08
		239,8	5 237	4,58
"	18 {	1112,8	31 614	3,52
		240	5 152	4,66
"	19 {	1095,1	27 841	3,95
		273,3	5 215	5,24
Утренняя	20 {	903,7	18 220	4,96

мышечной нагрузкой и дыханием, то мы остановимся немного более на поглощении O_2 .

Вопрос о поглощении кислорода кровью и его отношение к легочной вентиляции является наиболее интересным в смысле установления истинной координации физических упражнений с дыханием.

Анализируя количество поглощенного кислорода и легочной вентиляции между собою (см. табл. 2 и 4), мы должны отметить, что наибольшая поглощаемость O_2 наблюдается при гимнастике Мюллера и Штольца, $1372—1375\text{ см}^3$ в 1', наименьшая — при неполной гимнастике Мюллера и нашей утренней — $841,6—903\text{ см}^3$ в 1'; количество поглощенного кислорода при гимнастике (II и III серии) Пржеволинского идет вслед за гимнастикой Мюллера и Штольца: $1000—1112\text{ см}^3$ в 1', количество поглощенного кислорода при I серии гимнастики Пржеволинского близко к данным, полученным при гимнастике Зурена.

Сопоставив данные поглощения O_2 и легочной вентиляции между собою и выведя коэффициент захвата O_2 кровью, мы видим, что при гимнастике Мюллера, Штольца, Прошека, Анохина, Зурена наблюдается лучшее использование вдыхаемого кислорода, чем при гимнастике Пржеволинского.

При гимнастике Мюллера и Штольца легочная вентиляция равняется $25000—26000\text{ см}^3$, при поглощении кислорода — 1375 см^3 , при гимнастике Пржеволинского легочная вентиляция $27841—31614\text{ см}^3$, при поглощении O_2 — $1095—1112\text{ см}^3$. Коэффициент использования O_2 в первом случае возрастает по сравнению с состоянием покоя, во втором случае он падает. Это говорит, с одной стороны, о меньшем использовании воздуха во втором случае, а с другой стороны — о неэкономной работе организма, что еще лишний раз подтверждает высказанную нами мысль, что индивидуальная гимнастика Пржеволинского по преимуществу дыхательная.

Что касается выделения CO_2 , то наибольшее количество ее наблюдалось при гимнастике Мюллера, Штольца — $1208—1156\text{ см}^3$ в 1', наименьшее при утренней — 778 см^3 , при гимнастике Зурена и III серии почти одинаково — $951—955\text{ см}^3$ (но при значительном расхождении легочной вентиляции: $20291—27841\text{ см}^3$), при I серии 841 см^3 , при II серии — Пржеволинского — 998 см^3 .

Количество выделяемой CO_2 служит показателем интенсивности интермедиарного обмена, показателем степени работы мышц.

Сопоставляя данные легочной вентиляции и зная, что организм не может производить запасы кислорода, мы должны сказать, что мышечная нагрузка при гимнастике Пржеволинского ниже, чем при гимнастике Мюллера и др.

Рассматривая дыхательный коэффициент при гимнастике Мюллера, как и при других гимнастике, мы видим его увеличение не

только во время совершения физических упражнений, но и вскоре после окончания (через 6—10—18') *Nachwirkung*, — при гимнастике Мюллера в одном случае, когда мы произвели исследование через 60', дыхательный коэффициент оставался еще повышенным по сравнению с первоначальным.

Кроме того после полной 15-минутной гимнастики Мюллера мы наблюдали дыхательный коэффициент выше 1—1,07, что говорит о

ТАБЛИЦА 5.

Дыхательный коэффициент при гимнастике Мюллера.

Покой	Упражнение	Покой	Покой
		через	
		5'	60'
0,784	0,881	1,07	0,823

наступлении кислородной задолженности организму после этой гимнастики, что указывает на значительное мышечное напряжение при этой гимнастике.

При „волевых“ гимнастиках Прошека, Анохина, Штольца мы также наблюдаем увеличение дыхательных коэффициентов как во время самих упражнений, так и после них.

ТАБЛИЦА 6.

Дыхательный коэффициент при гимнастике Штольца.

Покой	Упражнение	Покой	Покой
		через	
		10'	45'
0,810	0,841	1,0	0,787

При гимнастике Штольца мы также исследовали газообмен через 45', причем дыхательный коэффициент через 45' был уже меньше первоначального.

ТАБЛИЦА 7.

Гимнастика	Покой	Упраж- нение	Покой	
			ч е р е з	
			6—14'	50'
Зурена	0,803	0,906	0,865	0,720
Пржеволинск. I с . .	0,728	0,841	0,753	—
„ II „ . .	0,771	0,898	0,844	—
„ III „ . .	0,773	0,878	0,763	—

Сравнивая дыхательный коэффициент при функциональных гимнастках, мы видим его увеличение во время упражнения, уменьшение

ТАБЛИЦА 8.

Изменение пульса под влиянием индивидуальных гимнастик.

Время исследования	Опытное лицо	Характер движения	Продолжительность движения	П у л ь с						
				до упражн.	1'—2'	3'—5'	ч 10'	е 20'	е 40'	з 60'
28.III.28	Г.	Движен. руками . .	12'	75	—	—	84	—	72	72
2.IV.28	"	" тулов.	"	66	70	68	68	—	68	—
4.IV.28	"	" рук. несим. . . .	"	68	74	68	68	—	—	68
9.IV.28	"	" сим.	"	63	112	96	66	—	66	62
11.IV.28	"	" ногами	"	58	70	68	70	—	—	66
18.IV.28	"	Гимнаст. Мюллера без ванн.	7' 40"	64	88	80	72	69	—	64
25.IV.28	"	Движен. тулов. . . .	12'	64	80	72	—	—	—	60
7.V.28	"	Гимнаст. Мюллера без обтирания.	12' 40"	66	—	—	72	72	66	66
16.V.28	"	Гимнаст. Мюллера (вся)	16' 30"	66	114	72	—	—	68	72
6.VI.28	"	Гимнаст. Мюллера (вся)	17' 30"	68	102	94	87	72	72	72
10.X.28	"	Растир. по Мюллеру. .	5' 42"	66	78	72	78	72	72	72
17.X.28	"	Гимнаст. Зурена. . .	8' 7"	69	96	72	72	72	72	72
14.XI.28	"	" Прошека.	9'	66	102	90	88	78	76	75
21.XI.28	"	" Анохина	9' 51"	66	102	88	76	—	63	66
5.XII.28	"	" Штольца	9' 15"	66	110	96	78	—	72	72
19.XII.28	"	" Прошека.	9'	66	102	72	63	66	—	63
4.I.29	"	" Пржевол.	9'	63	112	76	76	—	76	66
5.I.29	"	" Зурена.	8'	72	96	—	—	—	72	72
7.I.29	"	" Штольца	9' 10"	60	118	—	72	72	66	60
8.I.29	"	" Пржевол. II. . . .	12' 12"	64	102	—	76	72	72	72
9.I.29	"	" Пржевол. III. . . .	17' 30"	63	96	84	74	—	66	66
14.I.29	"	Утренн. гимн	8' 4"	64	84	66	—	—	—	—
20.XII.29	Ког.	Гимнаст. Прошека . .	9'	60	99	84	78	—	72	61
"	Б.	" " " " " "	16'	48	72	58	—	54	48	—
"	Г.	Утренн. гимн.	5'	60	78	72	68	57	—	—
"	Кр.	" " " " " "	6'	56	78	61	58	58	60	—
25.XI.29	Б.	Гимнаст. Мюллера без обтирания.	7'	54	73	—	—	—	54	—
9.XII.29	Кр.	Гимнаст. Мюллера без обтирания	7'	54	80	—	—	60	57	—
"	Ког.	Гимнаст. Мюллера без обтирания.	7' 7"	54	108	75	66	63	58	—
16.XII.29	Гр.	Утренн. гимнаст. . . .	10'	66	68	66	60	60	—	57
21.II.29	Р.	" " " " " "	11'	72	92	78	—	66	—	—
"	Бал.	Гимнаст. Центр ин-та труда.	8'	54	78	72	—	66	—	—
"	Т.	Гимнаст. Центр ин-та труда.	9'	60	81	—	60	—	—	—
"	Ког.	Гимнаст. Центр ин-та труда.	9'	66	78	—	66	—	—	—
2.XII.28	женщ.			58,7	82,1	70,7	65,1	60,5	58,1	58,5
"	Аг.	Гимнаст. Анохина . .	10'	60	89	69	66	64	62	6
"	Х.	" " " " " "	12'	60	66	—	60	66	66	—
25.X.28	Аг.	" Бляха	5'	72	81	—	66	—	—	7
"	К.	" " " " " "	7'	66	106	88	90	—	81	84

Продолжение табл. 8.

Время исследования	Опытное лицо	Характер движения	Продолжительность движения	П у л ь с						
				до упражн.	1'—2'	3'—5'	ч	ер	ез	
25.X.28	М.	Гимнаст. Разумовского	6'	66	79	66	—	66	—	—
"	Ш.	" " "	6'	90	117	—	90	90	—	—
"	Худ.	Гимн. Мюллера I ступ.	5'	66	90	64	78	78	—	72
"	Б.	" " "	7'	66	—	—	78	—	—	60
"	С.	" " "	6'	72	84	—	—	—	66	—
9.XII.28	К.	" " "	5'	72	117	96	84	72	—	72
"	М.	" " "	5'	66	99	72	—	69	66	66
16.XII.28	Г.	Утренн. гимнаст.	6'	66	96	75	—	66	—	—
"	Т.	" " "	6'	72	100	84	78	78	—	78
2.XII.28	С.	" " "	6'	63	80	73	62	60	—	66
"	И.	" " "	6'	78	74	—	78	—	69	—
28.II.29	Суп.	" " "	6'	78	82	78	—	78	—	—
"	К.	" " "	6'	78	120	90	90	84	—	—
21.II.29	Каш.	Гимнаст. Центр. ин та труда.	8'	75	84	84	—	78	78	—
"	Кир.	Гимнаст. Центр. ин-та труда.	8'	90	108	96	—	87	—	—
				71,4	92,9	79,6	76,5	73,3	69,7	70,3

вскоре после окончания упражнения, причем в одном случае (при III серии Пржеволинского) уменьшение ниже первоначального.

Отсутствием „последствия“ (Nachwirkung) отличаются функциональные гимнастики от мюллеровской, „волевых“ и упражнений отдельно руками, ногами и туловищем.

Подводя итоги исследованию газообмена при физических упражнениях (как отдельных видов их, так и целых систем), позволяем указать на основные моменты физиологии дыхания, которые должны лежать в основе каждой индивидуальной гимнастики.

Газообмен всецело определяется степенью мышечной нагрузки: чем больше последняя, тем больше газообмен, и наоборот. Усиленные дыхательные движения, не сопровождаемые соответствующей мышечной нагрузкой, ведут к гипервентиляции, они излишни, неэкономны и могут повлечь к тем нежелательным последствиям, которые наблюдаются при усиленных занятиях дыхательной гимнастикой — острому расширению легких с потерей их эластичности.

Изменения пульса и кровяного давления под влиянием индивидуальных гимнастик.

Как видно из приведенных данных, у д-ра Г. — пульс в состоянии покоя и среднем равен 65,6 уд. в 1', колеблясь от 60 до 75, под

влиянием индивидуальных гимнастик длительностью от 6 до 18' пульс колебался от 70 до 100 (в среднем 94,9 уд. в 1 минуту). Наибольшая частота пульса сразу по окончании была после гимнастики Мюллера, Штольца и Пржеволинского (I серия) — 110—114, затем пульс постепенно падал, оставаясь еще через 1 час (при лежании) на 2 удара в среднем выше первоначального.

Наблюдения над студентами, с которыми проделывались отчасти те же виды гимнастики, что и с д-ром Г., а отчасти которым были даны новые (гимнастика Центр. инстит. труда и др.), нового ничего не вносят. Одно можно отметить у студентов — более медленный пульс, чем у Г., и затем на 40' несколько меньшую частоту пульса по сравнению с исходной.

Кроме наблюдений над мужчинами были произведены наблюдения также и на женщинах. Им были предложены некоторые индивидуальные гимнастики продолжительностью от 5 до 12' — Анохина, Мюллера (5'), Разумовского, Бляха, гимнастика Центр. ин-та труда и утренняя гимнастика, разработанная в институте.

ТАБЛИЦА 9.

Исследуемые группы	До упражн.	П у л ь с ч е р е з					
		1—2'	5'	10'	20'	40'	60'
Г.	65,6	94,9	78,5	74,6	71,7	70,3	67,9
Студенты . . .	58,7	82,1	70,7	65,1	60,5	58,1	58,5
Ст-ки.	71,4	92,9	79,6	76,5	73,7	69,7	70,3

Как видно из таблицы, величина пульса в состоянии покоя в среднем равняется 71,4, колеблясь от 60 до 90 ударов в 1'. После окончания гимнастики пульс возвращался к первоначальной величине большею частью на 40'. Между прочим в кривой пульса наблюдается небольшое уменьшение пульса на 40', как и у мужчин (студентов), и небольшой подъем на 60', но ниже, чем первоначальный.

Кровяное давление тах. и min. в состоянии покоя у д-ра Г. равно 119,5/79,3, колеблясь от 102/67 до 128/88; после окончания индивидуальной гимнастики колебания кровяного давления небольшие. Везде мы имеем увеличение тах. артериального давления; что же касается минимального давления, то в одних случаях оно повышалось, в других понижалось; пульсовое давление всегда увеличено и даже к концу нашего наблюдения — 60 минут после окончания — имеется небольшое повышение.

Данные, полученные на студентах, говорят о тех же изменениях тах. и min. давления, что у д-ра Г.: тах. давление повышено, min. сразу после окончания понижено, а затем наблюдается повышение тах. и min., и только на 40' мы имеем понижение тах. и повышение min.

ТАБЛИЦА 10.

Изменения артериального давления под влиянием индивидуальных гимнастик.

Время исследования	Опытное лицо	Характер движения	Продолжительность движения	Артериальное давление (тах. и min.)						
				до упражн.	1'	5'	10'	20'	40'	60'
9.IV.28	Г.	Движ. руками симм.	12'	116	134	122	122	—	120	128
				80	88	82	84	—	78	90
4.IV.28	"	" " несим.	"	122	134	128	124	—	—	122
				78	86	86	78	—	—	82
28.III.28	"	" ногами	"	123	132	120	—	126	—	120
				80	75	80	—	75	—	72
11.IV.28	"	" "	"	126	132	124	—	—	128	126
				84	80	84	—	—	78	84
2.V.28	"	" тулов.	"	126	136	128	—	—	128	128
				90	90	90	—	—	86	88
18.IV.28	"	Гимнаст. Мюллера.	7' 40"	128	138	128	—	120	—	124
				88	90	88	—	76	—	84
7.V.28	"	" "	12' 40"	125	138	130	—	122	120	120
				86	90	92	—	78	81	81
16.V.28	"	" "	16' 30"	124	142	136	126	—	128	132
				82	94	94	82	—	84	94
6.VI.28	"	" "	17' 30"	126	140	136	126	124	—	124
				86	80	86	88	86	—	86
10.X.28	"	" "	5' 42"	125	138	116	116	—	118	116
				90	80	76	80	—	76	78
17.X.28	"	" Зурена	8' 7"	128	136	124	—	126	120	122
				84	80	78	—	80	80	82
5.I.29	"	" "	8'	113	124	112	110	—	—	—
				70	72	63	61	—	—	—
5.XII.28	"	" Штольца	9' 15"	116	132	116	116	112	112	112
				76	68	68	68	68	68	70
7.I.29	"	" "	9' 10"	114	128	112	110	—	106	—
				70	75	65	67	—	62	—
14.XI.28	"	" Прошека. . . .	9'	116	130	122	—	120	116	116
				78	65	65	—	68	74	72
19.XII.28	"	" "	9'	110	112	105	—	102	98	—
				70	50	58	—	61	57	—
24.XI.28	"	" Анохина	9' 51"	125	135	—	—	130	116	125
				80	70	—	—	76	70	76
4.I.29	"	Гимн. Пржеволин. I.	9'	102	112	107	—	105	105	106
				67	60	60	—	65	65	65
8.I.29	"	" " II.	12' 12"	112	118	116	116	—	114	112
				70	60	62	70	—	70	69
9.I.29	"	" " III.	17' 30"	114	122	112	—	112	114	114
				68	80	68	—	72	76	74

Продолжение табл. 10.

Время исследования	Опытное лицо	Характер движения	Продолжительность движения	Артериальное давление (max. и min.)						
				до упражн.	1'	5'	ч 10'	е 20'	р 40'	ез 60'
25.XI.28	Б.	Гимнаст. Мюллера . .	7'	92	100	—	—	—	93	—
				50	50	—	—	—	52	—
2.XII.28	"	" Прошека. .	9'	91	108	100	—	100	101	—
				49	35	40	—	50	62	—
"	Ког.	" "	9'	99	112	105	100	—	100	105
				55	65	65	63	—	63	62
9.XII.28	Ког.	" Мюллера. .	7' 7"	106	114	104	106	—	106	—
				68	61	65	70	—	72	—
2.XII.28	Гунб.	Утренн. гимнаст. . .	5'	100	105	98	—	—	—	—
				60	60	60	—	—	—	—
"	Кр.	" "	6'	98	—	102	—	95	—	—
				55	—	55	—	55	—	—
9.XII.28	"	Гимнаст. Мюллера. .	7'	100	104	99	—	97	98	—
				67	54	64	—	63	70	—
16.XII.28	Гур.	Утренн. гимнаст. . .	10'	100	115	108	110	110	—	115
				60	65	65	70	70	—	75
"	Р.	" "	11'	129	130	129	—	129	—	—
				65	60	65	—	65	—	—
28.I.29	Балт.	Гимнаст. Центр. ин-та труда.	8'	115	118	110	110	—	—	—
				70	67	65	65	—	—	—
17.II.29	"	Гимнаст. Центр. ин-та труда.	8'	105	125	—	—	100	—	—
				60	60	—	—	60	—	—
"	Т	Гимнаст. Центр. ин-та труда.	9'	95	108	—	95	—	—	—
				35	20	—	33	—	—	—
"	Ск.	Утренн. гимнаст. . .	9'	105	127	112	—	107	—	—
				70	55	72	—	75	—	—
	женщ.									
2.XII.28	Аг.	Гимнаст. Анохина . .	10'	85	110	—	93	—	93	96
				45	60	—	55	—	50	53
25.XI.28	"	" Бляха . . .	5'	92	118	—	97	—	97	92
				55	53	—	50	—	60	55
2.XII.28	Х.	" Анохина . .	12'	93	112	—	96	—	98	—
				48	65	—	53	—	55	—
25.XI.28	"	" Мюллера. .	5'	105	115	—	95	—	100	115
				70	50	—	50	—	60	58
25.XI.28	Каш.	" Бляха . . .	7'	95	132	—	110	—	95	90
				75	65	—	65	—	65	65
28.II.29	"	Гимнаст. Центр. ин-та труда.	8'	105	115	—	105	—	—	—
				68	68	—	67	—	—	—
25.XI.29	М.	Гимнаст. Разумовск. .	6'	118	135	—	—	112	—	—
				68	65	—	—	63	—	—

Продолжение табл. 10.

Время исследования	Опытное лицо	Характер движения	Продолжительность движения	Артериальное давление (max. и min.)						
				до упражн.	1'	5'	ч е р е з	10'	20'	40'
9.XII.29	женщ. М.	Гимнаст. Мюллера.	7'	109	128	111	—	109	107	104
				66	73	71		72	70	70
25.XI.29	Ш.	„ Разумовского	6'	95	127	—	95	92	—	—
				60	65			60		
„	Б.	„ Мюллера.	7'	95	98	—	—	108	—	95
				55	50			70		
„	С.	„ „	6'	98	125	—	—	—	90	—
				50	70			50		
2.XII.29	„	„ утренн. . .	6'	90	113	97	—	91	—	93
				58	70	58		70		
„	Ив.	„ „	6'	111	117	110	108	—	98	—
				68	67	66		68		
9.XII.29	Кос.	„ Мюллера. .	8'	94	117	104	97	—	101	102
				65	61	64		64		
16.XII.29	Г.	„ утренн. . .	11'	95	105	93	—	95	—	—
				60	48	55		65		
„	Т.	„ „	10'	98	103	92	95	—	95	95
				63	60	55		55		
28.II.29	С.	Гимнаст. Цент. ин-та труда.	6'	100	115	105	—	106	—	—
				49	55	48		53		
„	К.	Гимнаст. Цент. ин-та труда.	8'	100	105	95	—	—	—	—
				50	40	47				

ТАБЛИЦА 11.

	Артериальное давление						
	до упражн.	1'	5'	ч е р е з 10'	20'	40'	60'
Д-р. Г.	119,5/79,3	130,6/76,6	121,0/76	118,4/75,3	118,1/73,2	116,2/73,3	120,4/79,2
Пульс. давл. .	40,2	54,5	45,0	43,1	44,9	42,5	41,2
Студ.	102,7/58,8	113,8/54,6	106,7/61,6	104,2/60,2	105,4/62,6	99,6/63,8	—
Пульс. давл.	43,9	59,2	45,1	44,0	42,8	35,8	—
Ст-ки	98 8/59	116,1/603	100,9/58	99,1/58,2	101,2/62,9	97,4/62,	98/59,8
Пульс. давл.	39,8	55,8	42,9	40,9	38,3	34,6	38,2

давления. Пульсовое давление, увеличенное в начале после работы, на 5' незначительно превосходит первоначальную величину, а на 10' уже равно исходному, а затем идет дальнейшее его снижение, что совпадает с уменьшением частоты пульса.

В отношении изменения кровяного давления у студенток мы должны отметить у большинства в состоянии покоя гипотонию, как и у студентов. По окончании сделанных ими гимнастик наблюдаются те же изменения, что и у студентов, с понижением пульсового давления на 20 — 40' и неполным возвращением на 60' к исходной величине.

Изменения крови после индивидуальных гимнастик.

Из приведенных в табл. 12 данных можно отметить, что в большинстве случаев под влиянием индивидуальных гимнастик имеется небольшое увеличение гемоглобина, причем наибольшее увеличение падает через 30' после окончания гимнастики.

Лейкоцитоз в состоянии покоя до гимнастик колебался от 4350 до 8320 (в среднем 5456 в мм^3); после гимнастик через полчаса он изменялся от 6200 до 9600 (среднее 7175 в мм^3), а через 1 ч. — от 5300 до 9000 (среднее 7114 в мм^3). В весьма небольшом числе случаев можно отметить, что лейкоцитоз был выше нормальных цифр (6000 — 8000), в большинстве же случаев он оставался в пределах нормы.

Что же касается качественного состава крови, то можно отметить в состоянии покоя следующую картину: количество эозинофилов колеблется от 0,5 до 2,5%, палочковидных от 0,0 до 5,5%, сегментированных от 46,5 до 66%, лимфоцитов от 26 до 46%, моноцитов от 3,5 до 10%. Картина крови в большинстве случаев отвечает установленным Шиллингом процентным взаимоотношениям состава белой крови; в трех случаях мы имеем определенно выраженное лимфоцитарное состояние крови.

После гимнастики через $1\frac{1}{2}$ — 1 ч. в некоторых случаях видим нарастание лимфоцитов и падение грануляцитов и обратно, а также незначительное уменьшение эозинофилов.

Наши данные находятся в согласии с данными Либерова, Шиллинга, Егорова и др., наблюдавших изменение картины крови под влиянием небольших мышечных напряжений.

Выводы.

1. Отдельные виды упражнений (руками, ногами, туловищем), входящие в различных сочетаниях в индивидуальные гимнастики, а также гимнастики: Мюллера, Зурена, Прошека, Анохина,

Штольца, Пржеволинского и др., вызывают значительное повышение газообмена, повышение сердечно-сосудистой деятельности, увеличение в большинстве случаев количества гемоглобина и лейкоцитов, изменение качественной картины крови.

2. Увеличение газообмена сказывается увеличением объема выдохнутого воздуха в 1', увеличением потребления O_2 и выделения CO_2 , повышением дыхательного коэффициента.

3. Увеличение сердечно-сосудистой деятельности сказывается на частоте пульса и величине артериального и пульсового давления. Пульс учащается и в большинстве случаев остается несколько более повышенным даже через 1 ч. после сделанных упражнений, артериальное давление (тах. и min.) изменяется, вызывая увеличение амплитуды пульсового давления.

4. Количество гемоглобина в громадном большинстве исследованных случаев повышается вскоре после работы и остается повышенным еще через 1 ч. после работы. Количество лейкоцитов в большинстве случаев увеличивается. Качественная картина крови изменяется в сторону незначительного уменьшения эозинофилов, незначительного увеличения палочковидных форм, незначительного увеличения грануляцитов, небольшого уменьшения лимфоцитов.

5. Степень увеличения газообмена стоит в прямой зависимости от массы вовлеченных при том или ином виде гимнастических упражнений мышечных групп. Соответственно с этим наиболее напряженный газообмен наблюдается при гимнастике Мюллера при движении туловищем и ногами.

6. Значительное увеличение газообмена при несимметрических движениях руками сравнительно с симметрическими движениями возможно объяснить значительным напряжением внимания при первой из названных форм движений.

7. Из так наз. „волевых“ гимнастик наиболее напряженный газообмен имеет место при гимнастике Штольца, превосходящий даже газообмен при полной гимнастике Мюллера.

Газообмен при волевых гимнастике Прошека и Анохина приближается к газообмену при движениях туловищем и ногами.

8. При гимнастике Пржеволинского (II и III серия упражнений) наблюдается весьма напряженная легочная вентиляция, значительно превосходящая при (полной) гимнастике Мюллера и при волевой гимнастике Штольца. В связи с относительно незначительной мышечной нагрузкой гимнастика Пржеволинского есть чисто дыхательная гимнастика.

9. Наблюдения над газообменом в периоде покоя непосредственно после работы показывают, что объем выдыхаемого в 1' воздуха, хотя

ТАБЛ
Изменения крови под влиянием

Время опыта	Характер движения	Когда	В часах через	Длитель- ность вы- полнения движений	Колич. гемо- глобина в 2 — 0/0	Колич. лейкоц
9.IV.28	Симметр. движен руками	до после	$\frac{1}{2}$ 1	12'	14,0 16,0 16,0	5000 7500 6700
4.IV.28	Симметр. движен. руками	до после	$\frac{1}{2}$ 1	"	15,75 19,0 17,0	4350 6200 7300
28.III.28	Движения ногами	до после	$\frac{1}{2}$ 1	"	17,0 16,0 17,5	5100 7000 7800
11.IV.28	" "	до после	$\frac{1}{2}$ 1	"	13,0 19,0 17,0	6300 6500 9000
2.IV.28	Движения туловищем	до после	$\frac{1}{2}$ 1	"	13,3 14,0 16,0	5015 6400 5700
18.IV.28	Гимнастика Мюллера	до после	$\frac{1}{2}$ 1	8'	17,0 16,0 16,8	5575 9600 5300
7.V.28	" "	до после	$\frac{1}{2}$ 1	12' 40'	— — —	— — —
6.VI.28	Гимнаст. Мюллера с расти- ранием	до после	$\frac{1}{2}$ 1	17' 30"	17,4 18,0 16,6	5200 5700 5700
10.X.28	Гимнаст. Мюллера (обти- рание полотенц.)	до после	$\frac{1}{2}$ 1	15' 42"	17,8 17,6 17,2	8300 6600 8460
14.XI.28	Гимнаст. Прошека	до после	$\frac{1}{2}$ 1	9'	16,0 17,4 17,0	6430 6460 7110
21.XI.28	Гимнаст. Анохина	до после	$\frac{1}{2}$ 1	9' 51"	17,2 17,2	7200 8900 8600
5.XII.28	Гимнаст. Штольца	до после	$\frac{1}{2}$ 1	9' 15"	16,8 17,7 16,4	7200 9600 8600
17.X.28	Гимнаст. Зурена	до после	$\frac{1}{2}$ 1	8' 7"	16,0 15,0 16,0	6000 6200 7300
8.I.29	Гимнаст. Пржеволинского серия II	до после	$\frac{1}{2}$ 1	12' 12"	17,2 18,3 16,4	7100 5830 5900
9.I.29	Гимнаст. Пржеволинского серия III	до после	$\frac{1}{2}$ 1	17' 30"	17,7 16,4 17,2	7600 7600 6200
	Среднее				16,13	5456

ИЦА 12.

индивидуальных гимнастик.

К а ч е с т в е н н а я к а р т и н а к р о в и

Баз.	Эозин.	Юные	Палочков.	Сегмент.	Грануляц.	Лимфо- циты	Моно- циты
—	1,5	—	1,0	66,0	67,0	28,0	3,5
—	1,0	—	1,5	61,5	64,0	32,5	3,5
—	—	—	1,5	74,0	75,5	21,0	3,5
—	2,0	—	2,0	57,0	59,0	29,5	9,0
—	1,0	—	3,0	61,0	64,0	29,0	5,0
—	1,0	—	1,0	67,0	68,0	29,0	2,0
—	2,0	—	4,0	63,0	67,0	27,0	4,0
—	2,0	—	4,0	58,5	62,5	29,0	6,5
—	0,5	—	1,5	64,0	65,5	31,5	2,5
0,5	2,0	0,75	1,0	58,5	60,25	32,5	5,5
—	0,5	—	3,5	56,0	59,5	34,0	6,0
—	0,25	—	1,5	53,25	54,75	40,0	5,0
0,5	2,0	0,25	1,5	65,75	67,5	28,0	2,0
—	—	—	2,0	57,0	59,0	36,5	4,0
—	1,0	—	2,0	46,0	48,0	48,0	3,0
—	1,0	—	5,5	49,5	55,0	39,5	4,5
—	1,0	—	1,5	63,0	64,5	34,5	2,5
—	1,0	—	2,0	63,0	65,0	30,0	4,0
—	0,5	—	2,0	57,5	59,5	29,5	10,5
—	1,0	—	1,0	52,0	53,0	40,0	6,0
—	1,0	—	1,0	49,0	50,0	46,5	3,0
—	1,0	—	3,5	46,5	50,0	43,0	6,0
—	1,0	—	1,5	59,5	61,0	33,0	5,0
—	0,5	—	3,0	62,0	65,0	30,0	4,5
—	2,0	—	—	62,0	62,0	28,5	7,5
—	2,5	—	2,5	57,5	60,0	30,0	7,5
—	1,5	—	0,5	64,0	64,5	32,0	2,0
—	3,0	—	—	47,0	47,0	46,0	4,0
—	1,0	—	1,0	46,5	47,5	48,0	3,5
—	0,5	—	1,0	67,0	68,0	26,0	5,5
—	2,0	—	3,0	64,0	67,0	26,0	5,0
—	2,5	—	2,0	57,0	59,0	34,5	4,0
—	1,5	—	2,0	56,0	58,0	34,5	6,0
—	2,5	—	1,0	62,5	63,5	29,0	5,0
—	1,0	—	1,5	63,0	64,5	27,5	7,0
—	0,75	—	1,5	68,0	69,5	24,5	5,5
—	2,0	—	2,0	57,0	59,0	30	9,0
—	2,0	—	0,5	62,5	63,0	30,5	4,5
—	0,5	—	0,5	63,0	63,5	30,0	6,0
0,25	1,25	0,25	1,5	65,5	67,25	26,0	7,25
—	1,25	0,75	2,0	66,0	68,75	23,0	7,0
—	1,0	1,0	3,0	68,0	71,0	23,0	5,5
—	2,5	—	1,0	54,0	55,0	35,0	7,5
—	1,0	1,0	2,5	56,0	59,5	31,0	7,5
—	0,5	0,5	3,0	70,0	73,5	22,0	4,0
—	1,8	—	2,0	58,3	60,3	32,0	5,9

и уменьшается сравнительно со стадией работы, но все же остается в значительном ряде случаев увеличенным на 20—50% по отношению к соответствующим цифрам стадии основного обмена. Значительное потребление в стадии покоя непосредственно после работы O_2 и выделение CO_2 , дальнейшее повышение дыхательного коэффициента показывает, что после работы имеет место ясно выраженное явление „последствия“ (Nachwirkung). При гимнастике Пржеволинского „последствия“ не наблюдается.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Benedikt a. Catchart. Muskular Work. Washington, 1913.—2. Bouthby. Amer. Journ. of Phys. V. 37, 1915.—3. Chauveau, C. R. de l'Acad. des Sc. V. 122, 1896.—4. Хлопин, Волжинский и Яковенко. Гигиена труда, № 1, 1927.—5 Egoroff. Zeitschr. f. kl. Med. 104 (1926); 106 (1927). 6. Katzenstein. Pflüg. Arch. f. Phys. 49, 1891.—7. Krogh a. Lindhard. The Bioch. Journ. 1920.—8. Либеров. Дисс. Томск. 1912.—9. Loewy. Handb. d. Bioch. IV, 1896.—9. Schilling. Das Blutbild. 6 Aufl., 1926.—10. Zuntz. Arch. f. Phys. 1896.

ZUR FRAGE DER WIRKUNG VON INDIVIDUELLER GYMNASTIK (MÜLLER, PROSCHEK, ANOCHIN, STOLZ, ZUREN, PRSCHEWOLINSKY) AUF DEN GASWECHSEL, DAS HERZ-GEFÄSSSYSTEM UND DAS BLUT.

Von. W. A. Wolschinsky, G. S. Gahn, A. N. Krestownikoff.

Aus dem Hygienischen Laboratorium der Militär-Medizinischen Akademie. L. Vorstand: Prof. G. W. Chlopin und dem Physiologischen Laboratorium des Staatsinstituts für physische Ausbildung von Lesshaft. Vorstand: Prof. A. N. Krestownikoff.

1. Die einzelnen Übungen (mit Armen, Beinen, Rumpf) welche in verschiedenen Kombinationen bei der individuellen Gymnastik ausgeführt werden, sowie die Turnübungen von Müller, Zuren, Proschek, Anochin, Stolz, Prschewolinsky u. a. rufen eine bedeutende Erhöhung des Gaswechsels, eine Erhöhung der Herz- und Gefäßtätigkeit, in den meisten Fällen eine Vermehrung des Hämoglobins und der Leukozyten sowie eine Veränderung des qualitativen Blutbildes hervor.

2. Die Erhöhung des Gaswechsels äussert sich in einer Zunahme der in 1' ausgeatmeten Luftmenge, in einer Zunahme des Sauerstoffverbrauchs und CO_2 -Ausscheidung, einer Erhöhung des Atmungskoeffizienten.

3. Die Erhöhung der Herz- und Gefäßtätigkeit offenbart sich in der Pulsfrequenz und der Höhe des arteriellen und Pulsdruckes. Die Pulsfrequenz nimmt zu und bleibt etwas erhöht noch 1 Stunde nach Ausführung

der Übungen. Der arterielle Druck (maximal und minimal) ändert sich und bewirkt eine Erhöhung der Amplitude des Pulsdruckes.

4. Die Hämoglobinmenge steigt in den meisten von den untersuchten Fällen bald nach der Arbeit an und bleibt noch 1 Stunde nach Vollendung der Arbeiterhöht. In den meisten Fällen, vermehrt sich die Anzahl der Leukozyten.

Die Veränderungen des qualitativen Blutbildes äussern sich in einer unbedeutenden Verminderung der Eosinophilen, einer unbedeutenden Vermehrung der Stabkernigen und der Granulozyten, einer geringen Vermehrung der Lymphozyten.

5. Der Grad der Erhöhung des Gaswechsels steht in direktem Zusammenhang mit der Masse der Muskelgruppen, welche bei diesen oder jenen Turnübungen teilnehmen. In diesem Zusammenhang wird der höchste Gaswechsel bei der Müller'schen Gymnastik und zwar bei den Bewegungen mit Rumpf und Beinen beobachtet.

6. Eine bedeutende Erhöhung des Gaswechsels bei nicht symmetrischen Bewegungen mit den Armen im Vergleich mit demjenigen bei symmetrischen, kann durch die bedeutende Anstrengung der Aufmerksamkeit bei der ersten Bewegungsform erklärt werden.

7. Von den verschiedenen Arten der Gymnastik findet bei derjenigen von Stolz der höchste Gaswechsel statt, welcher sogar den Gaswechsel bei vollständiger Müller'schen Gymnastik übertrifft.

Der Gaswechsel bei der Gymnastik von Proschek und Anochin nähert sich demjenigen bei den Bewegungen mit Rumpf und Beinen.

8. Bei der Gymnastik von Prschewolinsky (II und III Serie von Übungen) wird eine bedeutende Lungenventilation beobachtet, welche diejenige bei der vollständigen Gymnastik von Müller sowie bei der Gymnastik von Stolz übertrifft.

Im Zusammenhang mit der verhältnismässig unbedeutenden Muskelanstrengung, kann die Gymnastik von Prschewolinsky als reine Atmungs-gymnastik angesehen werden.

9. Die Beobachtungen über den Gaswechsel in der Ruheperiode gleich nach Ausführung der Arbeit zeigen dass die in 1' ausgeatmete Luftmenge im Vergleich mit derjenigen in der Arbeitsperiode geringer wird, aber dennoch in einer Reihe von Fällen um 20—50% die Grössen des Grundumsatzes übertrifft. Der bedeutende Verbrauch von O₂ und Ausscheidung von CO₂ im Ruhestadium gleich nach Abschluss der Arbeit, die weitere Erhöhung des Atmungskoeffizienten zeigen, dass nach der Arbeit eine ausgesprochene „Nachwirkung“ stattfindet.

Bei der Gymnastik von Prschewolinsky wird keine „Nachwirkung“ beobachtet.

ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЛЯ ПРОТЕКАНИЯ ФЕНОЛЬНОГО ОТРАВЛЕНИЯ У ЛЯГУШЕК.

Н. М. Шамарина.

Из физиологической лаборатории ГИМЗ. Завед. лабор. проф. Ф. Е. Тур.

Давно доказано, что фенол является специфическим ядом для спинного мозга [Сальковский (1) (Salkowski), Бальони (2) (Baglioni), Палладин (3)]. Правда, существует спор о том, на какие элементы спинного мозга в первую очередь действует фенол. По одним авторам фенол специфически действует на моторные элементы (Бальони), по другим, наоборот, — на сенсорные (Палладин), и, наконец, некоторые исследователи признают, что фенол может действовать и на двигательные и на чувствующие части, в зависимости от концентрации [Каплан и Ухтомский (4)]. Что фенол не убивает сенсорные элементы спинного мозга даже при непосредственном локальном воздействии крепкими растворами (4⁰/₀), показали опыты Уфлянда (5). Каковы бы ни были результаты этих споров, все исследователи сходятся на том, что фенол является спинномозговым ядом.

О влиянии фенола непосредственно на головной мозг известно очень мало. Так, при изучении действия фенола на различные зоны коры больших полушарий [Амантеа (6) (Amantea), Бальони и Маньини (7) (Baglioni и. Magnini)] и коры мозжечка [Маньини (8)] исследователи не могли отметить никаких изменений. Локальное отравление фенолом продолговатого мозга собаки, по данным Маньини и Бартоломея [Magnini и. Bartolomei (9)], дает понижение болевой чувствительности и чувствительности на давление в области шеи и иногда быстро проходящие слабые подергивания мышц головы и шеи; кроме того, развивается сопорозное состояние. Бальони (10) наблюдал, что при действии фенола на головной мозг лягушки облегчается рефлекторный вызов квакания.

Из всего приведенного видно, что главнейшие, наиболее характерные для фенольного отравления симптомы отнюдь не связаны с влиянием фенола на головной мозг.

Однако ряд авторов указывает, что при удалении головного мозга картина фенольного отравления несколько меняется. Так, Бальон и наблюдал ослабление рефлекторных и прекращение спонтанных судорог. Палладин в своей работе указывает, что при этих условиях „спонтанные судороги или совсем прекращаются, или бывают очень и очень незначительны“. Арлуан и Тевено [Arloing и. Thevenot (11)] нашли, что после удаления головного мозга у лягушки отсутствуют типичные клонические судороги и наблюдается только клоническое дрожание мускулатуры. На ряду с этими исследованиями имеется работа Ю. М. Уфлянда (12), показавшего, что наличие или отсутствие различных отделов головного мозга резко сказывается на протекании спинномозговой доминанты.

Все вышеизложенное и побудило меня, по предложению прив.-доц. Ю. М. Уфлянда, заняться изучением влияния отделов головного мозга на протекание фенольного отравления.

Постановка опытов.

Все опыты производились на зимних лягушках и только на самцах. В части опытов животные отравлялись большой дозой фенола (под кожу впрыскивался 1 см³ 10% раствора, что соответствует 10 мг); в других же опытах отравление было слабее—введение под кожу 0,5 см³ 0,125% раствора (0,625 мг фенола).

Все опыты делятся на 4 серии: А) опыты на спинальных лягушках; Б) на лягушках, сохранивших также и продолговатый мозг; В) на лягушках без полушарий и Г) на нормальных лягушках.

Операция производилась за 1½—2 часа до отравления, иногда за несколько часов (5—6) и даже за несколько суток. Результаты опытов от этого не изменялись. Во избежание больших потерь крови вскрытие черепной коробки производилось как можно уже. Состояние центральной нервной системы учитывалось обычным методом—по быстроте наступления потирательного рефлекса задней лапки на химический раздражитель; раздражителем были кусочки фильтровальной бумаги в 4—6 мм², смоченные в H₂SO₄ определенной крепости и приложенные к коже бочка или наружной поверхности бедра. Чтобы судить о состоянии рефлекторной возбудимости на химический раздражитель у отравленных лягушек с удаленными различными частями головного мозга, необходимо было точно выяснить, как влияет удаление частей головного мозга на рефлекторную возбудимость нормальных, неотравленных лягушек. Для этого перед отравлением в продолжение ½—1 ч. определялся порог химического раздражения. Из материалов всех опытов (134 оп.) оказалось, что наибольшей возбудимостью обладают спинальные лягушки 2,9¹ (в баллах); наименьшей возбудимостью—нормальные лягушки 13,0; балльная оценка лягушек без больших полушарий равна 4—6 и лягушек с продолговатым мозгом 3—4 (табл. 1).

¹ За единицу рефлекторной возбудимости условно принят ответ через 1 сек. на 1% раствор H₂SO₄; балльная оценка складывается из произведения времени рефлекса в секунду на процентную концентрацию кислоты и позволяет удобно сравнивать возбудимость различных серий лягушек друг с другом.

ТАБЛИЦА 1.

Рефлекторная возбудимость на химический раздражитель у лягушек с различными частями головного мозга.

	Велич. балла
Лягушки с целым головным мозгом	13,0
Лягушки без полушарий	4,6
Лягушки с продолговатым мозгом	3,4
Спинальные лягушки	2,9

Применяемые условные числа обратно-пропорциональны величине возбудимости. Из табл. 1 ясно видно, сколь велика разница в рефлекторной возбудимости лягушек с различными отделами головного мозга; в среднем у спинальных лягушек пороговый раздражитель в 4 раза слабее, чем у нормальных животных.

Отравление сильными дозами.

В первой части работы, охватывающей 55 опытов, доза фенола, вводимая лягушке, была велика; все явления фенольного отравления протекали очень бурно; сильные спонтанные судороги не позволяли следить за рефлекторными ответами. Поэтому наблюдение велось преимущественно на-глаз, причем внимание фиксировалось на следующих моментах: 1) время наступления первых спонтанных судорог; 2) время наступления разгара судорог; 3) продолжительность судорог; 4) сила судорог; 5) характер судорог; 6) время прекращения судорог; 7) время наступления параличей задних конечностей (а) и передних (б); 8) время полной потери рефлекторной возбудимости; 9) состояние механической возбудимости; 10) состояние химической возбудимости; 11) время восстановления рефлекторной возбудимости; 12) изменение дыхательных движений.

Результаты опытов всех 4 серий приведены в табл. 2.

А. Опыты на спинальных лягушках.

Первые спонтанные судороги наступают через 1,5' после отравления. По характеру судорог — это сравнительно несильный „частый“ клонус. Сокращения целых групп мышц здесь почти не наблюдается (подобные явления отметили Арлуан и Тевено). На 36 — 38' спонтанный клонус прекращается. В период судорог тонус лапок сохранен и только на 50 — 60' наступает паралич задних конечностей. Через 1 ч. 45' — 2 ч. обычно наступает полная потеря рефлекторной возбудимости. Рефлекторная возбудимость на механический раздражитель повышена — легкое прикосновение булавкой, удар по столу вызывают сильные судороги. Химический раздражитель в период сильных судорог не дает никакого эффекта (20% кислота).

Если проследить характер реакции на любые раздражители, то оказывается, что спинальная лягушка, независимо от места раздраже-

ТАБЛИЦА 2.

Отравление лягушек сильными дозами фенола.

	Спинальн. лягушки Серия А	Лягушки с прод. мозгом Серия Б	Лягушки без полушарий Серия В	Лягушки с целым мозгом Серия Г
Время наступления пер- вых спонтанных судор.	1,5'	1,5'	4,1'	3,3'
Время наступлен. разгара спонтанных судорог	4'	3 — 3,5'	5'	6'
Продолжительн. судорог	10 — 12'	6'	5 — 6'	24 часа
Сила судорог	Несильные	Очень сильные	Очень сильные	Слабее Б и В, сильнее А
Характер судорог	„Частый“ клонус	Экстензия задн. кон. и флексия передн.	Флексия задн. и передних конечн.	Экстензия и флексия задн. и пер. конечн.
Время прекращения су- дорог	36 — 38'	30 — 38'	37'	В среднем через сутки
Время наступления пара- лича задних лапок (а) и передних (б)	а 50 — 1 ч. б	19' 35'	28' 35'	Неопределенно
Время полной потери реф- лекторной возбудимости	1 ч. 45' — — 2 ч.	1 ч. 20' — — 1 ч. 50'	1 ч. 30' — 2 ч.	2 ч. (только задн. конечн.) Через 24 ч. +
„Механич.“ возбудимость	+	+	+	Сначала — Через 24 ч. +
„Химическ.“ возбудимость	Сначала — Потом + Опять —	—	—	
Время восстан. рефл. возбудимости	Не восстан.	Не восстан.	Не восстан.	Через 5 — 6 ч.
Дыхательные движения	—	Сначала уча- щение, затем остан. Далее вторичн. уча- щение, после чего снова остановка	Idem	Сначала + Потом — Снова +

ния, отвечает или вздрагиванием или клонусом всего тела. Это есть не что иное как развившаяся при общем фенольном отравлении доминанта клонуса (Ухтомский). Но наиболее стойкий очаг возбуждения, повидимому, развивается в центрах задних конечностей, так как очень часто раздражение передних лапок вызывает клонус задних конечностей, в то время как сами передние лапки остаются без движения. Это вполне согласуется с указаниями многих авторов

(Палладин, Уфлянд, Ухтомский) и моими наблюдениями, что фенол действует главным образом и быстрее всего на центры задних конечностей.

Б. Опыты на лягушках с продолговатым мозгом.

Все явления, по сравнению со спинальными лягушками, у лягушек с продолговатым мозгом протекают гораздо резче. Наступившие через 1,5' спонтанные вздрагивания уже на 3 мин. переходят в сильный клонус. Судороги захватывают целые группы мышц, и потому здесь не наблюдается „частого“ фибриллярного клонуса спинальных лягушек. На 19 мин. наступает полный паралич задних конечностей, на 35 — паралич передних. На 30 — 38' прекращаются спонтанные судороги и через 1 ч. 20 — 50' лягушка погибает. В 3 случаях сразу после отравления наступил паралич задних конечностей. Если у спинальных лягушек доминанта выражена в дрожательном клонусе (отбрасывание задних конечностей явление редкое), то у лягушек с продолговатым мозгом мы наблюдаем доминанту экстензии задних конечностей и флексии передних. Первую, т. е. доминанту экстензии задних конечностей, можно несомненно поставить в связь с тем, что лягушки с продолговатым мозгом вообще склонны к общей локомоции. Состояние рефлекторной возбудимости по отношению к механическому и химическому раздражителю аналогично тому, что наблюдается и у спинальных лягушек, — повышение механической и резкое понижение химической возбудимости. Интересно отметить изменения в характере дыхания. Сразу после отравления происходит учащение дыхания; на 3-4' временная остановка, на 8-9' дыхание возобновляется и на 20 — 30' наступает вторичная остановка дыхания в связи с общим параличом.

В. Опыты на лягушках без полушарий.

В этой серии опытов следует отметить следующее: спонтанные судороги наступают позже (через 4,1'), чем в 2 предыдущих сериях. Судороги очень сильные с преобладанием возбуждения групп флексоров в тазобедренном суставе. Лягушка откидывает передние и задние лапки вбок. С момента ослабления судорог лягушка начинает откидывать лапки назад — преобладание возбуждения групп экстензоров. На 28' наступает паралич задних и на 35' передних конечностей и через 1 ч. 50' — 2 ч. лягушка погибает. Состояние рефлекторной возбудимости на химический и механический раздражитель то же, что и в предыдущей серии Б.

По характеру рефлекторные ответы, в зависимости от стадии

опыта, можно разделить на 3 группы: 1) в начале отравления в период сильных судорог лягушка на раздражение любых участков тела не дает координированного рефлекса, а отвечает общими судорогами с преобладанием сокращения группы флексоров; 2) с момента ослабления судорог лягушка начинает откидывать задние лапки назад; возбуждение флексоров упало; развивается доминанта экстензии задних конечностей, 3) и, наконец, когда задние конечности совершенно расслаблены, очаг возбуждения переходит в центры передних конечностей.

Г. Серия нормальных лягушек.

В этой серии опытов наиболее характерным является раннее наступление пареза, что отмечал Сальковский еще в 1872 г. Почти моментально после отравления лягушка как бы ослабевает; прыжки становятся вялыми и, наконец, лягушка совсем не в состоянии подпрыгнуть. Спонтанные судороги наступают в среднем через 3,3'. Судороги значительно слабее, чем у лягушек серий Б и В, но все же сильнее, чем в серии А: прекращаются они лишь на следующие сутки. По характеру спонтанные судороги смешанные. На ряду с движениями вбок и вперед, аналогично серии В, лягушка дает судорожную экстензию. Говорить об определенном характере фенольной доминанты не приходится, тем более, что рефлекторная возбудимость даже на механический раздражитель заметно не повышена. Химическая возбудимость понижена в течение многих часов (см. выдержку из протокола № 57) и только через сутки, в период восстановления, химическая возбудимость лягушки повышается. Через 5—6 ч. после отравления начинает восстанавливаться тонус задних конечностей; все же следы отравления исчезают только через 2—3 суток.

ПРОТОКОЛ 57.

	Концентрация H_2SO_4	Время рефлекса в сек.
До отравления	1%	13"
Впрыснут 1 см ³ 1% раствора		
В период сильных судорог . .	2%	—
В период слабых судорог . . .	2%	—
Через 24 часа	0,5%	7"

Анализируя все приведенные опыты, мы неизбежно приходим к следующим выводам: 1) наиболее быстро спонтанные судороги наступают у спинальных лягушек и у лягушек с продолговатым мозгом (через 1,5'); менее быстро у лягушек с целым мозгом (через 3,3') и, наконец, позже всего у лягушек без полушарий (через 4,1'); 2) спон-

танный клонус резко выражен в сериях Б и В. У нормальных лягушек судороги гораздо слабее. Наиболее легко судороги протекают у спинальных лягушек; 3) явления паралича задних лапок развиваются у спинальных лягушек значительно позже (на 50'), чем в сериях Б и В (на 19' и 28'). Для лягушек с целым головным мозгом характерно медленное развитие отравления — судороги продолжают целые сутки, паралич задних лапок развивается лишь через 2-3 часа. Лягушки данной серии выживают. Последнее является одним из существенных отличий от остальных серий. Лягушки серий А, Б и В, как правило, погибают через 2-3 часа. Зависит ли это от целостности больших полушарий, которые выпадают у лягушек первых 3 серий, или же здесь играет роль кровоотечение при операции (Сальковский), сказать трудно. С одной стороны, нормальные лягушки с предварительной перерезкой *art. femor* погибают, хотя и позже, чем лягушки серий А, Б и В. С другой стороны, спинальные лягушки, у которых кровообращение нарушено гораздо значительнее, чем у лягушек Б и В, лучше переносят отравление; кроме того, контрольные лягушки, оперированные и не отравленные, живут продолжительное время; 4) рефлекторная возбудимость на механический раздражитель резко повышена у лягушек первых 3 серий, причем у спинальных лягушек это явление выражено наиболее резко. У нормальных лягушек повышения механической возбудимости не наблюдается. Рефлекторная возбудимость на химический раздражитель понижена во всех сериях, у спинальных лягушек в конце опыта наблюдалось повышение химической возбудимости (в 50% случаев), в то время как в других сериях это явление встречается как единичное; 5) судороги каждой серии лягушек имеют свой определенный и постоянный характер, с которым лягушка данной серии отвечает на раздражитель, приложенный к любому месту (доминанта рефлекторного ответа). Удаление различных частей мозга изменяет характер доминанты. У спинальных лягушек мы наблюдаем доминанту общего дрожательного клонуса задних конечностей и туловища без преобладания каких-либо групп мышц. У лягушек с продолговатым мозгом наблюдается доминанта экстензии задних конечностей локомоторного типа. У лягушек без полушарий — доминанта флексии главным образом задних конечностей, которая после ослабления судорог переходит в доминанту экстензии и, наконец, после паралича задних конечностей в доминанту клонуса передних конечностей и головы. У лягушек с целым головным мозгом доминанта клонуса не имеет определенного характера; наблюдается одновременно и флексия и экстензия задних конечностей.

Отравление малыми дозами.

Опыты с малыми дозами были поставлены с целью, исключив спонтанные судороги, выяснить, как изменяется рефлекторная возбудимость на химический раздражитель при удалении тех или иных частей головного мозга. Дозой, при которой судороги были настолько слабы, что не мешали наблюдениям, оказалось количество фенола в 0,625 мг (0,5 см³ 0,125% раствора).

Всего было поставлено 79 опытов с данной дозировкой отравления.

1. Опыты на спинальных лягушках. Опыты на спинальных лягушках велись с миографической регистрацией сокращений *m. tricipitis* (на прикладывание кислоты к бочку) и *m. semitendinos* (на электрическое раздражение *p. pedonei*). Препаровка производилась на одной стороне для химического и электрического раздражения. Как контроль раздражалась кожа правого бочка, где наблюдения велись на-глаз. Оказалось, что сразу после отравления химическое раздражение как правого, так и левого бочка обнаруживает повышение рефлекторной возбудимости. Скрытый период раздражения сокращается, двигательная реакция усиливается. В 73,4% всех измерений наблюдалось повышение возбудимости, в 24,6% — понижение и в 2,0% изменений не было. После отравления лягушка начинает отвечать на раздражение левого бока не только сокращением *m. tricip.*, но и сокращением *m. semitend.*, и даже правой лапкой. Такие же результаты дало испытание возбудимости при применении электрического раздражения. Порог понижался на 10—12 см индукционной катушки. Изменение порога после отравления по отношению к измерению до отравления таково: 73% повышения возбудимости, 25% — понижения и 2% — без изменений.

Считая, что „моментальный“ кожный рефлекс, наблюдаемый при приложении бумажки, есть результат механического раздражения прикладываемой бумажки, механическая возбудимость учитывалась по частоте этого рефлекса до и после отравления. Оказалось, что до отравления этот рефлекс встречается в 20% всех раздражений, а после отравления в 54%.

Таким образом рефлекторная возбудимость спинальных лягушек после отравления малыми дозами дает повышение рефлекторной возбудимости при испытании химическим, механическим и электрическим раздражителем.

2. Опыты на лягушках, сохранивших отделы головного мозга. По отношению к лягушкам, сохранившим те или иные отделы головного мозга, применялся только химический раздражи-

тель. Изменение рефлекторной возбудимости после отравления фенолом оказалось диаметрально противоположным тому, что наблюдалось у спинальных лягушек. Вместо повышения возбудимости здесь наблюдается в подавляющем большинстве измерений (60 — 70%) понижение рефлекторной возбудимости (см. табл. 3).

ТАБЛИЦА 3.

Изменение рефлекторной возбудимости у фенолизированных лягушек при наличии отделов головного мозга.
(Химическое раздражение.)

	Число измерений (в %о/о)			
	Спинальн. лягушки	Лягушки с продолг. мозгом	Лягушки без полущ.	Лягушки с целым гол. мозг.
Понижение возбудимости	24,6	71,0	67,0	60,0
Повышение возбудимости	73,4	7,0	14,8	12,0
Без изменений	2,0	22,0	18,2	28,0

Заметной разницы в изменении рефлекторной возбудимости у лягушек, сохранивших большую или меньшую часть головного мозга, не отмечено; они все дают более или менее однотипную картину, резко отличающуюся от спинальных животных. Однако, если в отдельных случаях проследить степень понижения возбудимости под влиянием фенола, то окажется, что наиболее резко возбудимость падает у лягушек с целым мозгом и наименее интенсивно у лягушек, сохранивших и продолговатый и средний мозг.

Все экземпляры, получившие малые дозы, постепенно оправлялись от последствий фенольного отравления, и через сутки картина состояния их рефлекторной возбудимости резко изменялась.

У большинства возбудимость возвращалась к норме (к величине до отравления); у остальных же оставалась измененной, но чаще в сторону повышения возбудимости, чем понижения. Изменения возбудимости после отравления наступают довольно быстро, через 10 — 20 минут, но затем держатся без перемен в течение многих часов; только у лягушек с целым головным мозгом наблюдается обратное изменение возбудимости в сторону повышения уже через 1½ — 2 часа.

Все опыты с отравлением малыми дозами фенола показали, как и предыдущие опыты с применением сильных доз, что возбудимость спинномозговых рефлексов фенолизированных лягушек в значительной степени зависит от наличия или отсутствия отделов головного мозга.

Поступило в Редакцию
10 апреля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Salkowski. Pflug. Arch. f. d. ges. Physiol. **5**, 335, 1872. — 2. Baglioni S. Arch. f. Anat. u. Physiol., Suppl. Bd. S. 193, 1900; Zeitschrift. f. Allg. Physiol. **3**, 313, 1904; **4**, 113, 1904; **5**, 43, 1905 и **9**, 1, 1909. — 3. Палладин А. Труды СПб. о-ва естествоиспыт., т. 38, 1907, 141. — 4. Каплан И. и Ухтомский А. Русск. физиол. журн. **6**, в. 1 — 3, 71, 1923. — 5. Уфлянд Ю. Там же, **10**, вып. 3 — 4, 209, 1927. — 6. Amantea, Zentrbl. f. Physiol., 26, 229 — 232, 1913. — 7. Baglioni S. и Magnini. Рефер. в Zentrbl. f. Physiol. **23**, 751, 1910. — 8. Magnini M. Рефер. Там же **25**, 42, 1912. — 9. Magnini M. и Bartolomei. Рефер. Там же. **25**, 41, 1912. — Baglioni S. Zentralblatt f. Physiol., **14**, № 5, SS. 97 — 99, 1900. — 11. Arloing et Thevenot, C. R. Soc. de biol. **83**, 1415, 1920. — 12. Уфлянд Ю. Русск. физиол. журн. **7**, 167, 1925.

INFLUENCE OF DIFFERENT PARTS OF THE BRAIN ON THE PHENOMENA OF PHENOLIC INTOXICATION IN A FROG.

By *N. M. Schamarina.*

Physiological Laboratory of the State Institute of Medical Knowledge, Leningrad. Superintendent: Prof. F. E. Tur.

Among the research work of numerous authors, as Salkowsky, Baglioni, Palladin, Kaplan, Ukhtomsky, Ufland, Amantea Magnini, Bartolomei there may be found that the removal of the cerebrum modifies the process of phenolic poisoning.

The present work, carried out on the suggestion of priv. doc. J. M. Ufland attempts to trace the possible influence of the presence of the absence of different parts of the brain on the process of phenolic intoxication in a frog.

All the experiments, amounting to 134, were carried out on frogs, divided into four classes: frogs with section of the spinal cord (series A); frogs with divided medulla oblongata (series B); frogs subjected to the ablation of the cerebral hemispheres (series C) and frogs with an unexcised brain (series D). Some of the frogs were given a larger dose of phenol (1 cm^3 of a 1 per cent solution), others a smaller one (0,5 cm^3 of a 0,125 per cent solution).

An analysis of the results obtained shows that (1) a strong phenolic poisoning produces spontaneous contractions in frogs of series A and B.

After the administration the reaction is slower in frogs with an unexcised brain (ser. D); and slowest in the case of frogs subjected to ablation of hemispheres (ser. C). (2) A spontaneous clonus is very mar-

ked in the series B and C. Normal frogs show a less marked reaction. The weakest reaction is displayed by frogs of the series A. (3) Phenomena of paralysis of the hind legs appear much later in spinal frogs (series A) (50' after administration) than in the series B and C (after 19' and 28' respectively). In frogs with unexcised brain (series D) the paralysis is very slow to come (usually 2 or 3 hours). Their reflexive responsiveness to stimuli was gradually restored, while the frogs of the first three series died. Death undoubtedly resulted from disturbance of the integrity of the central nervous system and not from hemorrhage during the operation. (4) The reflexive response to mechanical stimuli is equally strong in the first three series whereas normal frogs do not display intensification of the reaction to mechanical stimulation. A lowering in the intensity of reflexes to chemical stimuli is on the contrary very marked by the first three series. Spinal frogs show at the end of the experiment in 50 per cent of the cases an increase in the intensity of „chemical“ reaction, while this phenomenon is only occasionally met with in other series. (5) The excision of different parts of the central nervous system in phenolized frogs modifies the character of the predominant responses (the dominant) of the reflex.

Spinal frogs show a shivering of the whole body. Frogs with medulla oblongata the stretching of the hind legs as if attempting to jump. Frogs without hemispheres have as a predominant response a flexion of the hind legs, which after the decrease of the contraction is gradually changed into a response of stretching and, finally, after paralysis of the hind legs, in a dominant of a clonus of the fore legs and the head. The predominant clonus of frogs with unexcised cerebrum has no determined character.

Experiments with small doses, which eliminate the possibility of spontaneous contraction, were carried out with the view of obtaining some information as to the state of responsiveness of the reflexes to chemical stimuli, and have corroborated the above results. It was discovered that while the spinal frogs display an increase in the „chemical“, „mechanical“ and „electrical“ reactions, frogs with parts of the cerebrum left intact show a decrease in the intensity of response to „chemical“ stimulation. This decrease was most marked in normal frogs.

All experiments on frogs subjected to phenolic poisoning both in large and small doses, showed that the responsiveness of cerebro-spinal reflexes is greatly influenced by the presence or absence of different parts of the cerebrum.

ИЗУЧЕНИЕ АНЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА.

Сообщение I.

Способ получения хронической анемии головного мозга.

П. К. Анохин и А. П. Анохина-Иванова.

Из физиологической лаборатории Ленинградского сельскохозяйственного института.

Одним из ценнейших достижений физиологии последнего времени является то положение, что функция любого органа представляет собой равнодействующую двух главных сил: с одной стороны структурных особенностей этого органа, а с другой — той питательной среды, в которой этот орган постоянно находится. Почти для всех органов животного организма этой питательной средой является кровь, вот почему момент ограничения кровоснабжения, т. е. создание условий нарушенного питания, представляет собою один из важных методов изучения нормальной и патологической работы органов. Экспериментальная анемия мозга, кроме практического интереса для патологии, неоднократно употреблялась многими авторами для решения и чисто-физиологических проблем. Так, например, еще Куссмауль и Теннер (Kussmaul и. Thenner) (1) употребляли зажатие приводящих артерий для получения анемии мозга с целью изучения работы дыхательных и сосудистых центров мозга. В дальнейшем по этому способу вызывали анемию целый ряд авторов: Робертс (Roberts) (2), Люмсен (Lumsden) (3), Гилл (Hill) (4), Аничков (5), Веселкин (6). Всех упомянутых авторов анемия мозга интересовала исключительно в целях воздействия на автоматические центры продолговатого мозга, поэтому весь анализ явлений, полученных этими авторами, касался главным образом нарушения дыхания и сердечной деятельности. В отношении полноты этих нарушений обнаружилась значительная разница между отдельными видами животных: в то время как у кролика и отчасти у кошки все явления нарушения автоматической деятельности продолговатого мозга выступали отчетливо и

могли быть легко получены путем зажатия даже только двух *art. carotis*, у собак, наоборот, несмотря на полное зажатие всех артерий, питающих мозг (2 *art. carotis* и 2 *art. vertebralis*), явления нарушения дыхания или совсем не наступали или наступали очень неполно и неотчетливо. Это обстоятельство побудило И. Р. Петрова (7) прибегать к дополнительным приемам, как, напр., поднятие экспериментального животного в вертикальное положение. В последнее время П. Н. Веселкин из лаборатории Н. Н. Аничкова применил несколько иной способ для получения анемии мозга.

В *art. carotis com.* на шее он вводил раствор ликоподия, который, приносясь с током крови к мозгу, эмболировал его сосуды (6). В результате этой закупорки наступали все нарушения в дыхании и сердечной деятельности, описанные ранее Робертсом и Люмденном. Если принять во внимание анатомическую сторону в снабжении мозга кровью, то станет ясным, почему анемия продолговатого мозга с таким трудом вызывается, напр., у собаки. Из работ Бёне (Böhne) (8), выполненных по методу инъекции, следует, что продолговатый мозг получает свое снабжение артериальной кровью из разветвлений начала *art. basilaris* и конца *art. vertebralis*. Сюда же подходит и пятая артерия, питающая мозг, *art. spinalis ant.* Зажатие обеих *art. carotis* в сущности приводит только к понижению давления в *circ. Villisi*, которое быстро выравнивается через коллатерали *art. spin. ant.*

Именно богатство *art. spin. ant.* кровью и невозможность ее зажатия (по анатомическим причинам) делает невозможным получение анемии продолговатого мозга у собак. Благодаря понижению кровяного давления в области головного мозга рефлекторно от *sin. caroticus* [Геринг (Hering)] (9) вступает в действие усиливающий аппарат сердца и таким образом приводит к выравниванию давления в системе *art. basilaris*.

Но уже на ряду с работами, рассчитанными на получение анемии продолговатого и спинного мозга, были произведены специальные опыты на исследование анемии и большого мозга (полушарий).

Совсем недавно Шушар (Schouschar) (10) по методу определения хронаксии показал, что возбудимость коры головного мозга (двигательная зона) очень мало изменяется от зажатия сонных и позвоночных артерий и значительно понижается, если к этому еще прибавить перевязку *art. spin. ant.* Даже больше того, от перевязки только *art. spin. ant.* анемия приводит к большим изменениям возбудимости, чем с перевязкой только обеих *art. carotis*.

Из этого автор делает вполне законный вывод, что *art. spin. ant.* у собаки, как коллатераль, значительно более мощная, чем обе *art. carotis*. Учитывая все эти особенности кровоснабжения мозга собаки,

легко понять, почему у нее так трудно получить хроническую анемию головного мозга.

Поэтому, приступая к разработке способа получения хронической анемии головного мозга, мы с самого начала стали рассматривать простое зажатие приводящих артерий как способ несовершенный, между тем как получение животного с хронической анемией головного мозга представляет большую важность не только с физиологической стороны, но может дать ряд ценных результатов и для патологии и медицины. Основной целью нашего исследования было получить хроническую анемию больших полушарий головного мозга и наблюдать происходящие при этом нарушения как в их функциях, так в функции всего организма.

При разработке нашего способа мы исходили из следующих основных положений. Общим резервуаром, из которого полушария черпают свое кровоснабжение, является *zirc. Villisi*, и таким образом задача получения хронической анемии больших полушарий мозга должна свестись к тому, чтобы установить хронический дренаж из *zirc. Villisi*. Очевидно, что с помощью этого дренажа можно тогда только достигнуть положительных результатов, если он будет постоянно противопоставляться нарастающему при анемии мозга рефлекторному повышению кровяного давления. Таким приемом, отвечающим всем этим требованиям, является проделанный нами каротидо-югулярный анастомоз. Мы сделали следующий гидродинамический расчет. В *zirc. Villisi* кровяное давление достигает 100 мм Hg [Робертс, Гюртль (Roberts, Hürtle)], в больших сосудах мозга это давление около 50—70 мм, в то время как в *v. jugularis* на шее оно всего только около 2 мм Hg, а ниже даже и отрицательное. Таким образом, если соединить на шее периферический отрезок *art. carotis communis* с центральным отрезком *V. jugularis ext.*, то очевидно большая масса крови из *zirc. Villisi* пойдет

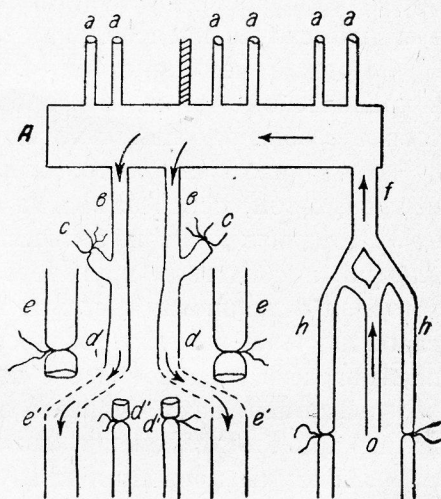


Рис. 1. A — *zircul. Villisi*: a, a, a — мозговые артерии; b, b — *art. carotis interna*; c, c — *art. carotis externa*; d, d — *art. carotis communis* (периферическ. отрезок); d', d' — *art. carotis communis* (центральный отрезок); e, e — *v. jugularis externa* (периферическ. отрезок); e', e' — *v. jugul. externa* (центральный отрезок); f — *art. basilaris*; h, h — *art. vertebralis*; o — *art. spinalis anterior*. Стрелкой показано направление кровотока после операции. Пунктирная линия означает место и направление наложения шва.

по этому пути наименьшего сопротивления. Если теперь перевязать кроме того обе *art. vertebralis*, то оставшейся пятой артерии *spinalis ant.* будет противопоставлен мощный отсасывающий дренаж в виде двух каротидо-югулярных анастомозов на шее. Вот схематическое изображение этой операции (рис. 1).

Простой теоретический расчет показывает, что если бы даже сердце вследствие рефлекторных влияний (*sinus caroticus*) и повысило общее кровяное давление, то вместе с этим оно увеличит и присасывающую силу в предсердиях, т. е. опять-таки через наш анастомоз.

Прежде чем приступить к оперативной подготовке животного в хронической форме, мы проделали ряд острых экспериментов на собаке с образованием каротидо-югулярного анастомаза.

Методика этих опытов была такова: животное усыплялось эфирным наркозом, перерезались на шее обе *art. carot. com.* и обе *v. jugul. ext.* Соединялся периферический отрезок *art. carot.* с центральным *v. jugul.* посредством кругового сосудистого шва (по Добровольской), а оставшиеся 4 культя наглухо завязывались лигатурой. Кровяное давление регистрировалось из *art. Femoral.*, а дыхание с помощью пневмографа, соединенного с капсулой Маррея. В начале опыта на оба анастомоза накладывались зажимы, затем они снимались и наблюдались при этом изменения как в кровяном давлении, так и в дыхании.

Ниже мы приводим кривую, демонстрирующую один из таких опытов (рис. 4).

На кривой видно, что когда при некотором установившемся давлении были на анастомозы наложены зажимы, то кровяное давление заметно упало. И наоборот, когда анастомозы были открыты, давление вновь поднялось до прежнего уровня. Этот факт можно объяснить только тем, что при открытых анастомозах за счет отсасывающего действия *v. jugul. ext.* понижается давление во всей артериальной системе мозга и в частности продолговатого, что сказывается в виде компенсаторного повышения давления; и наоборот — с зажатием анастомозов в той же артериальной системе давление повышается, соответственно этому понижается и общее кровяное давление. Как видно, все явления наступают как раз наоборот зажатую *art. carot. com.* Можно было бы эти факты объяснить рефлексом с *sinus caroticus*, но, имея в виду их действие, мы перед опытом основательно поскоблили стенку обеих *art. carotis interna*, так что действие синусного нерва Геринга было исключено.

Эти вступительные опыты убедили нас, что при остром введении анастомозов нарушается деятельность даже и продолговатого мозга.

С другой стороны, измерение давления в мозговых синусах убедило нас, что давление в кровеносной системе черепа значительно

падает до отчетливо отрицательного, так что иногда происходило засасывание атмосферного воздуха. Сделав эти предварительные испытания, мы перешли к оперативной разработке хронических опытов.

Опыты с хронической анемией.

Под эфирным наркозом, в стерильных условиях, собаке делалась операция наложения каротидо-югулярного анастомоза. Операция эта производилась обычным способом по Добровольской с употреблением сосудодержателя Горслея (Horsley). Все 4 культи завязывались наглухо, кроме того перевязывалась *art. carotis ext.* в месте ее отхождения от *art. carot. comm.* Эта последняя операция была сделана с целью, чтобы из лицевой части кровь не отсасывалась в *v. jugal.* и тем самым было бы обеспечено кровоснабжение лица и рта через кожные анастомозы. Что при этом кровь под большим давлением шла по нашему дренажу от мозга к сердцу, это можно было проверить простым испытанием сейчас же после наложения шва. Если зажать пальцем *v. jugularis* ниже места наложения сосудистого шва, то вена быстро раздувалась, а из шва струей выбивала кровь. С *art. vertebralis* мы поступали в разных случаях по-разному: или мы их обе перевязывали, или одну из них оставляли, так как перевязка обеих *vert.* часто приводит к гибели. Швы заживали первичным натяжением и мы обычно наблюдали животное в первые часы и дни после операции. Изменения, которые произошли во внешнем виде и поведении животного, настолько интересны, что требуют специального описания. Вот один из наших опытов.

Опыт 2. Собака 28 кг, „Дамка“. Подвижное животное, ласково подбегающее ко всякому присутствующему. Сделана операция наложения каротидо-югулярного анастомоза 15/X—28 г. Сейчас же после наложения анастомоза и перевязки обеих *art. vert.* резкие изменения в дыхании до временного паралича включительно. Применено искусственное дыхание. После операции на другой день все время спит, свернувшись клубком, на зов не отвечает ни малейшим движением.

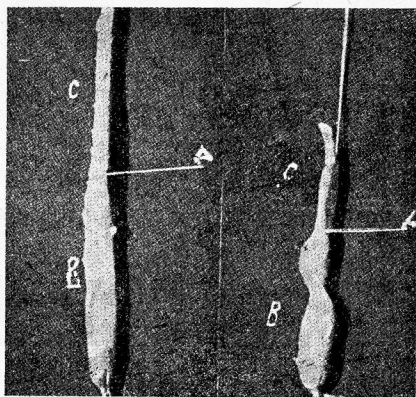


Рис. 2. Левый и правый препарат каротидо-югулярного анастомоза. В, В — *v. jugularis externa*; С, С — *art. carot. comm.*; А, А — место шва, соединяющего артерию и вену. Правый препарат изображен меньше потому, что случайно высох, выпав из спирта. На вене видна перетяжка, образовавшаяся при препаровке на трупе.

На другой день обнаруживается паралич всех конечностей, особенно сильно задних.

Этот паралич постепенно проходит, но в походке животного заметна атаксическая наклонность. Обычная поза животного: неподвижно стоит с низко опущенной головой. На 3 день стала есть с нарушением глотательных движений. В дальнейшем в течение нескольких месяцев общее поведение животного несколько улучшилось, но осталась постоянной общая вялость, безразличность к окружающему, сонливость и не координированная походка с очень низко опущенной головой. С этим животным были проделаны измерения

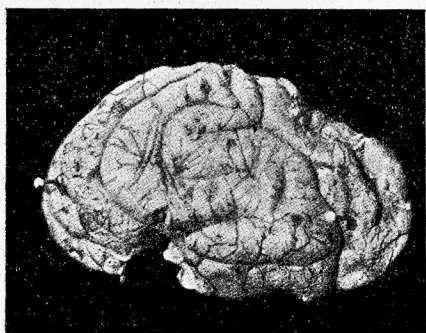


Рис. 3. Мозг „Дамки“. Основание мозга имеет наполненные кровью сосуды. Верхняя часть мозга совершенно бледна, сосудов не видно. По всему мозгу разбросано несколько пунктов размягчения, которые на фотографии видны в виде темных пятнышек. Внизу и вверху препарата вырезаны кусочки для гистологического исследования.

кровяного давления в *art. femoralis*, выведенной под кожу по Кону и Леви, и наблюдения за дыханием. Кровяное давление повысилось с 115 перед операцией до 128 мм Hg, в дыхании никаких изменений не произошло. 15/11 — 29 г. животному решено было сделать вскрытие черепа для наблюдения над кровообращением мозга. Здесь произошло неожиданное событие, которого мы не предусмотрели: как только было проделано трепанационное отверстие, сейчас же наступили резкие изменения дыхания, подобные тем, которые были в момент наложения анастомозов: очевидно обострилось влияние анемии на продолговатый мозг. Почему произошло это

обострение? Можно предположить, что анемия мозга частично компенсировалась вакуумной полостью черепа, а как только вакуум был нарушен, атмосферное давление на поверхность мозга сделало его еще более анемичным. Интересно отметить несколько деталей, которые бросились в глаза при операции. Кожа была бедна кровью, но не так сильно, как мышцы. Последние на разрезе не кровоточили. Трепанация проходила совершенно сухо и не дала обычного кровотечения из *diploë*. Поверхность мозга бледная, на *pia mater*, в области двигательной зоны еле заметны очертания бледных сосудов, в то время как на нормальном мозге они выступают обычно совершенно отчетливо. При попытке измерить кровяное давление в *torcular Herophili* мы наткнулись на значительное отрицательное давление в нем: произошло засасывание с шумом атмосферного воздуха, и животное перестало дышать вероятно вследствие воздушной эмболии. На животном была прове-

рена проходимость анастомозов — она оказалась совершенной. Препараты правого и левого анастомозов приложены ниже на фотографии.

Мозг был вскрыт и подвергнут всестороннему осмотру в отношении наполнения сосудистой сети. Оказалось, что только ближайшие ветви к *zirc. Villisi* отчетливо видны и наполнены кровью, в то время как сосуды верхней части мозга совершенно бледны и еле обозначены. На поверхности мозга замечено несколько пунктов размягчения (фотография мозга приложена).

Из всех наблюдений, сделанных над животным с каротидо-югулярным анастомозом, бросается в глаза одна общая для всех особенность: катастрофическое похудение и потеря веса, несмотря на усиленное питание, далеко превосходящее обычный паек. Это обстоятельство как будто указывает на то, что при хронической анемии мозга происходит какое-то нарушение в обмене веществ, возможно, через расстройство центров обмена. Этот факт является настолько особенным, что требует дальнейшего специального исследования.

Все сделанные нами операции и наблюдения над оперированными животными дают нам возможность сделать вывод, что каротидо-югулярный анастомоз, комбинированный с перевязкой обеих *art. vertebralis*, представляет собою удобный способ получения хронической анемии больших полушарий головного мозга.

Настоящее сообщение является предварительным, ибо все явления, наблюдаемые при анемии мозга, настолько многосторонни, что требуют целого ряда специальных исследований, частично уже начатых нами в настоящее время.

Поступило в Редакцию

11 апреля 1930 г.

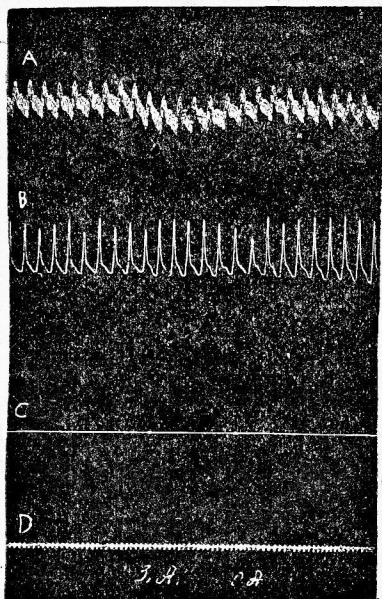


Рис. 4. А — кровяное давление; В — дыхание; С — линия сигнала; D — линия времени по 1 сек. На кривой показан момент зажатия уже действующих анастомозов (З. А) и их открытия (О. А).

ЛИТЕРАТУРА.

1. Kussmaul u. Tenner. *Mohleschott Untersuch. zur Naturlehre* 3, 1, 1857. —
2. Roberts, *Journ. of physiol.* Vol. 55, 346, 1921; Vol. 59, 1924 — 3. Lumsden. *Journ. of physiol.* Vol. 59, 479, 1925. — 4. Hill. Цит. по Roy a. Scherington'y. 1893. — 5. Ani-

tchko N. Zeitschr. f. d. Exp. Medic. Bd. 49, 49, 1926. — 6. Veselkin P. Zeitschr. f. Exp. Medic. Bd. 59, 206, 1928; Bd. 66, 325, 1929. — 7. Петров И. Р. Цит. по докладу в о-ве патологов, 1929. — 8. Bohn. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Gesch. Bd. 84, H. 5—6, 1927. — 9. Hering. Die Karotissinusreflexe, 1928. — 10. Schouschar. C. R. 34, 1928. — 11. Cohn u. Lewy. Journ. of. exp. Medic. 32, 351, 1920.

STUDY OF THE CEREBRAL ANAEMIA.

First communication.

A methode for obtaining chronical cerebral anaemia.

By Dr. P. K. Anokhin und Dr. A. P. Anokhina-Ivanova.

Physiological Laboratory of the Leningrad Agronomic Institute.

The failure of all attempts to produce chronical cerebral anaemia in a dog is due to the fact that simple ligature of the four arteries supplying blood to the cerebrum (2 art. carot. and 2 art. vertebr.) is not sufficient to produce its anaemia, owing to the presence of a powerful collateral, art. spinalis anterior, which remains out of reach.

The principle of the operation suggested by the writer may be described as the installation of a continuous draining system, drawing blood from the circ. Villisii. Sterilizing precautions being taken, the dog is subjected to the operation of the carotido-jugular anastomosis by which the peripheral part of the art. carotis comm. is connected by means of a suture with the v. jugularis. The operation is carried both on the right and the left side. The ligature of one or both art. vertebrales is performed at the same time. After the operation, owing to the great difference of pressure between the circ. Villisii and the place of the anastomosis the blood is short circuited from the circ. Villisi to the right heart.

The greater part of the blood is thus deflected from the circ. Villisii to the right atrium, by passing the cerebrum. Observations on blood pressure, on pressure in the sinus, and on the circulation in the cortex and in the lamellae of the brain of one of the animals operated as above described shows a chronical and uncompensated anaemia of the cerebrum.

To the study of the disturbance of the functions of the brain itself as well as of the whole organism will be devoted our subsequent investigations.

К ВОПРОСУ О ЗНАЧЕНИИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗЫ ДЛЯ СЕКРЕЦИИ СЛЮНЫ.

П. К. Анохин и Б. И. Лисагор.

Из физиологической лаборатории Ленинградского сельско-хозяйственного института.

Несмотря на очень многие попытки выяснить значение момента кровенаполнения железы для характера секреции, этот вопрос и по сие время остается открытым. Впервые Гайденгайн (Heidenhain) (1), ограничивая кровоснабжение железы путем зажатия *art. carotis comm.*, нашел, что изменение кровенаполнения железы не оказывает никакого влияния на состав отделяемой в это время слюны. Это обстоятельство целиком подтверждало его точку зрения на секрецию слюны, как функцию двух родов нервных импульсов: секреторного и трофического. Однако Лэнглей (Langley) и Флетчер (Fletcher) (2) показали, что кровенаполнение железы совсем не безразлично для секреции слюны. Эти авторы подвергли повторному кровопусканию собаку, у которой равномерно выделялась слюна, вызванная инъекцией пилокарпина. Оказалось, что слюна, полученная в условиях обескровления, содержит значительно больший процент плотных веществ, чем слюна, взятая в нормальных условиях. Кроме того, они же повторили опыты Гайденгайна с зажатием сонных артерий и получили совершенно противоположные данные: при зажатии сонных артерий неизменно повышался процент плотных веществ слюны (3). Подобные же опыты проделаны были Карлсоном (Carlson) (4) с его сотрудниками и дали совершенно идентичный результат.

Таким образом, данные Лэнглей и Карлсона дали возможность объяснять все изменения в процессе секреции и в составе слюны только двумя моментами: с одной стороны импульсами секреторных нервов, а с другой — изменением кровоснабжения железы.

Во всех приведенных нами выше опытах с изменением кровоснабжения железы есть одна особенность, которая дала возможность противникам возражать против выводов из них: все они поставлены были в искусственных условиях, с электрическим раздражением *chor-*

dae tympani. Хорошо известен тот факт, что слюнные железы, изучаемые в нормальных условиях по фистульному методу, крайне приспособлены в своей работе к характеру раздражения. Безусловно это рефлекторное приспособление совершенно отсутствует при грубом раздражении chordae tympani, и таким образом исключается дополнительная (рефлекторная) компенсация кровоснабжения, как это могло бы быть в нормальных условиях, и вообще изучение секреции ставится в ненормальные условия. Что эти соображения имеют под собою почву, убеждают нас опыты Б. П. Бабкина (5). Этот автор, сохраняя нормальные рефлекторные условия слюноотделения, раздражал слизистую рта различными веществами и одновременно с этим учитывал секрецию слюны и кровоток из железистых вен. Его опыты показали, что, несмотря на то, что применяемые вещества отделяли разные количества разного состава слюны, кровоток всегда увеличивался до одинаковых для всех раздражений величин.

Из этих опытов автор сделал вывод, что момент кровенаполнения железы не играет существенного значения для характера ее секреции. Мы еще возвратимся к этим опытам и покажем, что вывод этот не совсем точен.

Как видно, сохранение нормальных условий (рефлекс) слюноотделения имеет очень важное значение для изучения секреции: опыты Бабкина привели его к совершенно обратным выводам, чем опыты Лэнглей и Карлсона. В виду того, что вопрос о значении кровоснабжения остался после опытов Бабкина неясным и соответственно затруднилось вообще определенное толкование сущности процесса секреции слюны, мы решили поставить ряд опытов с ограничением кровоснабжения железы, но уже в абсолютно естественных условиях, т. е. у здоровой собаки, имеющей фистулу подчелюстной железы.

МЕТОДИКА.

Для опытов нам служила собака с хронической фистулой подчелюстной железы. Подчелюстная железа нами была избрана для опытов по двум соображениям: во-первых, потому, что она снабжается кровью почти исключительно из системы art. carotis comm., а во-вторых, потому, что по своему составу она более богата органическими веществами, что дает возможность наблюдать более резкие изменения на различного рода пищевые раздражители. Кроме хронической фистулы у этой же собаки на соответствующей стороне была введена в кожный мостик (Hautbrücke немцев) art. carotis communis по методу Кона (Kohn) и Леви (Levy) (6). Это дополнение давало нам возможность по желанию путем зажатия art. carotis прекращать кровоснабжение железы в любой момент ее деятельности. Слюна собиралась в градуированные оригинальные канюли Павлова и в дальнейшем исследовалась на органические и неорганические составные части.

В наших опытах животное кормилось определенным количеством мясосухарного порошка или белых сухарей, мелко изрезанных, а слюна собиралась не только за время кормления, но и минуту спустя после кормления. Обычно мы ставили несколько опытов в нормальных условиях, а потом уже приступали к зажатию *art. carotis com.* в кожном мостике. Зажатие производилось с помощью винтового зажима, надетого на мостик. Кроме пищевых веществ мы раздражали животное и отвергаемыми веществами, как напр., кислотой (0,5% HCl).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Приступая к опытам, мы имели в виду ограничивать кровоснабжение железы в момент ее рефлекторной деятельности, т. е. во время кормления. Поэтому само зажатие мы старались производить по возможности сейчас же перед самым кормлением (2 - 3"). Сама манипуляция зажатия благодаря тренировке проходила для животного совершенно незаметной. Ниже приводятся несколько опытов, сделанных по описанной методике.

ТАБЛИЦА 1.

Опыт 11—VI—28.

№№ по пор.	Время	Манипуляция	Количество слюны в см ³	Плотн. вещ.	Орган. вещ.	Неорг. вещ.	Примечание
				в процентах			
1	2h 20'	Кормится мясо-сухар- ным порошком . . .	3,0	1,22	0,72	0,50	
2	2h 29',58"	Артерия зажата . . .	—	—	—	—	
3	2h 30'	Кормится мясо-сухар- ным порошком . . .	1,8	1,57	1,13	0,44	
4	2h 40'	То же	2,0	1,47	1,14	0,33	
5	2h 48'	Артерия открыта . .	—	—	—	—	
6	2h 50'	Кормится мясо-сухар- ным порошком . . .	2,8	1,45	0,92	0,53	

ТАБЛИЦА 2.

Опыт 29—IX—28 г.

№№ по пор.	Время	Манипуляция	Количество слюны в см ³	Плотн. вещ.	Орган. вещ.	Неорг. вещ.	Примечание
				в процентах			
1	2h 24'	Кормится сухарями .	2,2	1,09	—	—	{ При прокаливании тигель растрескался
2	2h 31' 57"	Артерия зажата . . .	—	—	—	—	
3	2h 32'	Кормится сухарями .	1,6	1,43	1,17	0,26	
4	2h 40'	То же	2,0	1,30	1,11	0,19	
4	2h 49' 45"	Артерия открыта . .	—	—	—	—	
6	2h 50'	Кормится сухарями .	1,8	1,28	0,94	0,34	

ТАБЛИЦА 3.

Опыт 19—X—28 г.

№№ по пор.	Время	Манипуляция	Количество слюны в см ³	Плотн. вещ.	Орган. в. щ.	Неорг. вещ	Примечание
				в процентах			
1	1h	Кормится сухарями .	2,2	1,15	0,87	0,28	
2	1h 9' 45"	Артерия зажата . . .	—	—	—	—	
3	1h 10'	Кормится сухарями .	1,8	1,43	1,05	0,38	
4	1h 15'	То же	1,9	1,24	0,94	0,30	
5	1h 19' 30"	Артерия открыта . .	—	—	—	—	
6	1h 20'	Кормится сухарями .	2,1	1,14	0,86	0,26	

ТАБЛИЦА 4.

Опыт 14—II—29 г.

№№ по пор.	Время	Манипуляция	Количество слюны в см ³	Плотн. вещ.	Орган. вещ.	Неорг. вещ.	Примечание
				в процентах			
1	3h 15'	Кормится сухарями .	2,2	1,70	1,48	0,22	
2	3h 25'	То же	2,3	1,67	1,40	0,27	
3	3h 36' 59"	Артерия зажата . . .	—	—	—	—	
4	3h 37'	То же	1,5	1,84	1,63	0,21	
5	3h 52'	То же	1,8	1,63	1,47	0,16	
6	3h 55'	Артерия открыта . .	—	—	—	—	
7	4h 00'	Кормится сухарями .	2,2	1,56	1,30	0,26	

ТАБЛИЦА 5.

Опыт 30—VI—29 г.

№№ по пор.	Время	Манипуляция	Количество слюны в см ³	в процентах			Примечание
				Плотн. вещ.	Орган. вещ.	Неорг. вещ.	
1	9h 30'	Вливается 15 см ³ 0,50% HCl	3,0	0,92	0,50	0,42	
2	9h 37'	То же	2,8	0,89	0,40	0,49	
3	9h 43' 55"	Артерия зажата . .	—	—	—	—	
4	9h 44'	Вливается 15 см ³ 0,50% HCl	2,2	0,98	0,60	0,38	
5	9h 46'	Артерия открыта . .	—	—	—	—	
6	9h 51'	15 см ³ 0,50% HCl . .	3,2	0,93	0,52	0,41	
7	9' 58'	То же	3,0	0,98	0,58	0,40	

Все приведенные опыты представляют собою некоторые разновидности в отношении времени зажатия *art. carotis com.* и времени ее открытия. Но, как видно из опытов, зажатие артерии всегда и неизменно приводило к уменьшению отделения слюны и вместе с тем к накоплению плотного остатка почти исключительно за счет увеличения органических веществ. На ряду с этим в подавляющем большинстве опытов вместе с зажатием количество неорганических веществ в слюне уменьшалось. Эти данные, полученные в совершенно естественных условиях, подтверждают многие факты из работ Лэнглея и Карлсона. Если внимательно приглядеться к приведенным опытам, то можно увидеть, что чем дальше отставлено кормление животного от момента зажатия артерии, тем менее резким является прирост в плотном остатке. Кроме того, второе кормление во время длящегося зажатия артерии дает значительно меньший процент плотных веществ, чем первое, и приближается фактически к нормальным отношениям. Это обстоятельство косвенным образом указывает на то, что, несмотря на длящееся зажатие сонной артерии, кровоснабжение железы, нарушенное вначале, возвращается к норме. Теоретические рассуждения приводят к этому же выводу.

В самом деле, если принять, что в *zirc. Villisi* кровяное давление равно приблизительно 80—100 мм Hg и что сообщение железы с *zirc. Villisi* через *art. carot. interna* сохраняется, то станет понятным, почему кровоснабжение железы приходит почти к норме. Для окончательного выяснения этого факта мы проделали ряд специальных опытов с учетом кровотока железы при зажатой *art. carotis comm.* Оказалось, что сейчас же после зажатия кровоток резко уменьшается, но уже через 30—40" начинает восстанавливаться и может при зажатой артерии достигнуть даже и нормы.

Из приведенных же опытов видно, что открытие артерии за несколько минут до кормления приводит к почти нормальным отношениям между органическими и неорганическими составными частями слюны (табл. 4). Если же кормление следует сейчас же после откры-

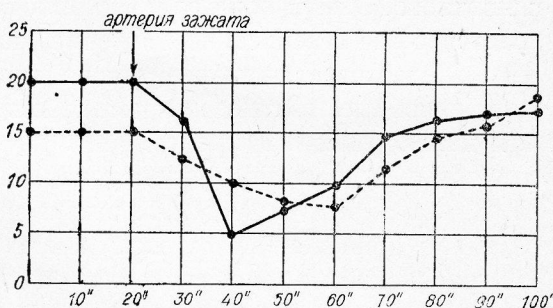


Рис. 1. Эти кривые взяты из двух различных опытов с зажатием *art. carotis*. Сплошная линия — кровоток железы при зажатии приводящей артерии; пунктирная — секреция слюны, вызванная пилокарпином, также при зажатии артерии. На оси абсцисс отложены 10-секундные промежутки, а на оси ординат — капли как для слюны, так и для крови.

тия, то отношения еще продолжают быть нарушенными. Все это показывает, что коллатеральное кровоснабжение через *zirculus Villisi* хотя и компенсирует анемию железы, но не совсем: требуется некоторое время (30"—1') после открытия сонной артерии, чтобы кровоснабжение железы возвратилось к норме. Для более точного сопоставления одновременного нарушения кровотока и секреции при зажатии сонной артерии мы поставили специальные опыты с зажатием на фоне равномерного пилокарпинного слюноотделения у хронического животного. Опыты показали, что пилокарпинное слюноотделение нарушается с зажатием сонной артерии, но через некоторое время около 1—1½' достигает приблизительно исходной скорости. Ниже приводимые кривые, взятые из разных опытов, сопоставляют во времени эти наблюдения на кровотоке и на секреции. Секреция и кровоток были учитываемы электрокаплеписцами, описанными в работе П. К. Анохина и А. П. Анохиной-Ивановой.

Из приведенной кривой видно, что все явления, связанные с ограничением кровоснабжения, разыгрываются на протяжении 1½', а потом происходит значительное восстановление. Таким образом надо признать, что наши опыты с кормлением при зажатой артерии дают только смешанный результат нарушения плюс восстановления и отчетливость влияния анемии поэтому значительно сглаживается.

Для нас остается непонятным: каким образом в опытах Лэнгеля предшествовавшая раздражению *chordae tympani* анемия могла значительно увеличивать процент плотных веществ? Как видно, и эта серия опытов выясняет прямую зависимость скорости секреции от момента кровоснабжения железы.

Заключение.

Подводя итог всем сделанным нами опытам, мы должны отметить, что они целиком подтверждают вазомоторную теорию слюноотделения Лэнгеля и Карлсона. В самом деле: несмотря на совершенно естественные условия слюноотделения (кормление, наличие рефлекса), количественно и качественно слюна всегда следует за изменениями кровоснабжения. Кроме того, если отдельно просмотреть валовое количество плотных веществ в каждой отдельной пробе (опыты с зажатием), то оно окажется очень постоянным. Если взять за показатель этого валового количества произведение из числа, выражающего процент плотных веществ, на число — количество слюны, то окажется, что оно держится очень постоянным.

Так, например, в таблице 3 это произведение во всех пробах немного колеблется около 2,5. Этот факт говорит за то положение,

что общее количество плотных веществ определяется характером и длительностью раздражения (в наших опытах всегда одинакова), а изменение жидкой составной части зависит от изменений кровоснабжения.

Как видно, наши данные приводят нас к необходимости признать правильной точку зрения Лэнглея и Карлсона на процесс слюноотделения. Но как же тогда понимать весьма тщательно проведенные опыты Б. П. Бабкина? Ведь его прямые наблюдения над кровотоком показали, что он одинаково увеличивается при всех видах раздражения слизистой оболочки рта?

Нам кажется, что данные Б. П. Бабкина не только не противостоят нашим, но наоборот вместе с нашими дают возможность сделать несколько общих заключений о сущности процесса секреции слюны. Мы думаем, что наряду с очевидной приспособленностью плотного остатка слюны к характеру раздражения надо признать такое же тонкое приспособление и вазомоторного эффекта на железу, которому приписывали такое малое значение. Это приспособление, как нам кажется, должно заключаться в том, что каждое пищевое вещество, попадая в полость рта, вызывает секрецию не только соответствующего ему количества органических веществ, но и некоторую характерную для него степень расширения сосудов железы (сосудистый рефлекс) и только из двух этих моментов складывается секретлируемая слюна. В наших опытах с зажатием сонной артерии деятельность секреторных нервов не была нарушена, поэтому валовое количество органических веществ во всех опытах было более или менее постоянно. Сосудистый же рефлекс, свойственный данному пищевому веществу, не мог мобилизовать соответственное количество жидкой части (из-за анемии) — в результате процентное обогащение слюны плотным остатком.

Только с этой точки зрения и можно понять тот, на первый взгляд парадоксальный, факт в работе Бабкина, что при одном и том же количестве оттекающей крови жидкая часть секретлируемой на разные раздражители слюны значительно разнится. Откуда черпается этот излишек жидкой части слюны?

Для нас кажется ясным, что этот излишек жидкой части есть излишек сосудорасширяющего действия применяемых раздражителей.

Таким образом можно сказать, что хотя, как показал Бабкин от железы и оттекает одинаковое количество крови при разнообразных раздражениях, но притекать к железе кровь должна, видимо, всегда в различном количестве (специфическое сосудистое действие раздражителя), ибо только этим и можно объяснить

различное общее количество жидкой части слюны на различные раздражители рефлекторного слюноотделения.

Поступило в Редакцию
11 апреля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Heidenhain. Pflüg. Arch. Bd. 17, 38, 1878.—2. Langley a. Fletcher. Philosoph. Trans. Bd. 180, 109, 1890.—3. Langley a. Fletcher. Ibid. Bd. 180, 151, 1890.—4. Carlson, Greer, Becht. Amer. Journ. of Physiol. Vol. 20, 195, 1907—1908.—Carlson, Greer, Becht. Am. Journ. of Physiol. Vol. 20, 180, 1907—1908.—5. Бабкин, Б. П. Pflüg. Arch. Bd. 149, S. 497, 1913.—6. Cohn a. Lewy. Journ. of exper. Med. V. 32, 351, 1920.—7. Анохин П. К. и Анохина-Иванова А. П. Труды Г. И. М. З., т. III, 1929.

DE L'INFLUENCE DE L'ALIMENTATION DES GLANDES SALIVAIRES PAR LE SANG SUR LEUR SÉCRÉTION.

Par le Dr. *P. C. Anokhine* et *B. I. Lissagor*.

Laboratoire Physiologique de l'Institut Agronomique de Léningrad.

Depuis que B. P. Babkin avait montré au contraire des expériences de Langley et de Carlson que l'alimentation des glandes salivaires par le sang n'avait pas l'importance que lui attribuaient ces auteurs, l'explication du mécanisme de la sécrétion par ses glandes était devenue extrêmement difficile.

Un des points les plus vulnérables dans la méthode suivie par Langley et Carlson était que leurs expériences n'avaient pas été menées dans des conditions de salivation naturelles — celles du réflexe — la salivation étant provoquée artificiellement au moyen de la stimulation de la corde tympanique.

En suivant l'idée de Langley nous obtenons une réduction du sang admis par le canal de l'artère Carotide à la glande salivaire d'un chien, ayant une fistule de cette glande. L'expérience elle-même est menée dans des conditions absolument normales, la salivation étant amenée par l'administration de différents aliments. La compression de l'artère carotide est opérée sur le cou de l'animal, l'artère ayant été préalablement introduite dans une poche formée par la peau. Ce genre d'expériences a démontré que la compression de l'artère carotide amène chaque

fois pour un temps assez court l'augmentation du pourcent des matières organiques contenues dans la salive et la diminution du pourcentage des matières inorganiques, ces phénomènes étant accompagnés par une diminution de la matière sécrétée. Une analyse du phénomène de la diminution d'intensité dans l'alimentation des glandes salivaires par le sang a montré que la compression de l'artère carotide ne diminue cette alimentation que le premier moment et qu'ensuite elle est rétablie grâce aux artères collatérales et atteint bientôt une intensité voisine de la primitive. C'est à ce moment là que survient le changement dans la composition de la matière salivée, signalée plus haut. Les résultats de l'expérience nous font supposer que les changements observés dans la quantité de matière sécrétée par la glande salivaire normale sont intimement liés à des phénomènes d'adaptation des réflexes vasomoteurs, qui rendent possible l'augmentation ou la diminution de la salivation suivant les cas d'administration de tel ou tel aliment. Nos expériences ne sont pas en contradiction avec celles faites par Babkin, elles expliquent seulement et élargissent les vues émises par cet auteur.

КРОВЕНАПОЛНЕНИЕ СЛЮННОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПОКОЕ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

П. К. Анохин, Д. Г. Гольдберг и Н. М. Шамарина.

Из физиологической лаборатории Государственного инсти-та медиц. знаний Ленинград.

Учение о среднем кровоснабжении органов, развившееся за последнее время, дает возможность судить о том, как распределяется вся масса крови организма по отдельным его частям. Таким образом этот отдел физиологии разрешает очень важную проблему емкости отдельных органов по отношению к крови, как в покое, так и во время деятельности, что в свою очередь является показателем активности жизненных процессов. На ряду с этим, данные о среднем кровоснабжении органов косвенным образом позволяют вычислить сопротивление отдельных органов по отношению к току крови. Неизбежные трудности при определении кровоснабжения отдельных органов заключаются в том, что некоторые органы не имеют единой отводящей вены, присутствие которой разумеется необходимо, а имеют целую венозную сеть, очень тесно анастомозирующую с венами соседних органов. Для таких органов почти невозможно прямое определение удельного кровоснабжения и заключать о нем часто приходится лишь косвенными путями. Для того, чтобы рассчитать среднее кровоснабжение какого-либо органа, необходимы следующие данные. Прежде всего действительное количество крови, проходящей через орган в единицу времени (Blutvolume), вес данного органа и высота общего кровяного давления; повидимому, имеют существенное значение как вязкость крови, так и тонус сосудистого центра в данный момент, но эти сведения большею частью отсутствуют благодаря тем или иным затруднениям.

Обычно принятым измерением удельного кровоснабжения органов считается такое, когда наблюдаемое количество крови для данного органа и при данном давлении пересчитывается на 100 г веса органа и 100 мм кровяного давления (Г ю р р т л е (Hürtle) (1) Spezifische strom-volume).

В отношении слюнной железы данные об удельном кровоснабжении крайне ограничены и противоречивы, а кроме того страдают неполнотой.

Так, напр., еще Клод Бернар (Klod Bernard) (2), изучая действие *chordae tympani* на железу, нашел, что она получает в покое в среднем от 3 до 5 см^3 крови. Около этих величин были и данные Лэнг-лея (Langley) (3). Фрей (Frey) (4) нашел кровоснабжение железы значительно большим — около 12 см^3 в минуту.

Трудно заключить, какие из приведенных данных наиболее верны, так как все упомянутые авторы не относили наблюдаемых величин ни к весу железы, ни к существующему кровяному давлению. Кроме того, сама методика учета, напр., у Лэнг-лея, была крайне несовершенна. Кровь из отводящей вены направлялась в тонкую стеклянную трубку с делительной линейкой и, как сам автор упоминает, очень частою помехою было свертывание крови, образование „желеподобных“ тромбов в трубке. Относительно полными и технически проведенными лучше были опыты Буртон-Опитца (Burton-Opitz) (5). Этот автор, вставляя кровяные часы в *v. jugularis ext.* и перевязывая все ее разветвления, кроме *v. glandularis*, нашел, что через железу весом в 10,6 г проходит в минуту 7,2 см^3 , т. е. в среднем на 100 г веса органа в минуту — 67,9 см^3 крови. Кровяного давления у своих собак, к сожалению, Буртон-Опитц не измерял. На ряду с этими данными Б. П. Бабкин (6) в опытах с прямым измерением кровотока у ненаркотизированных собак и при весьма тщательном исключении посторонних венозных путей для собаки среднего веса нашел в минуту всего только 1,5 см^3 .

Из приведенных данных видно, что они вообще недостаточны, благодаря неполным сведениям об условиях прохождения крови через железы, а кроме того различие результатов отдельных авторов могут быть объяснены различием применяемых ими методик.

МЕТОДИКА.

Приступая к изучению среднего кровоснабжения слюнной железы, мы решили сделать методику учета кровотока такой, чтобы кровь из яремной вены попадала в условия сопротивления, подобные таковым в самой железе. Этого мы достигли применением сконструированных нами электрокаплеписцев с образованием в промежуточном пространстве вакуума (П. К. Анохин, А. П. Анохина-Иванова) (7).

Особенностью этого каплеписца является то обстоятельство, что, открывая кран сосуда с электролитом, мы создавали отрицательное давление в пространстве, куда вытекала кровь, причем это отрицательное давление мы делали равным таковому же в нижнем отделе *v. jugularis ext.*, т. е. около 0,2—0,3 *мм* Hg. Из вены кровь попадала в раствор MgSO_4 , соединенный с передаточной

системой. Во всем остальном методика была обычной; перевязывались все вены, выпадающие в *v. jugularis ext.*, кроме вен железы; *v. jugularis ext.* перерезалась на середине шеи и присоединялась к передаточной системе по способу Картасhevского. Во всех опытах учитывалось кровяное давление из *art. femoralis* и взвешивалась после опыта подчелюстная железа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для опытов служили исключительно собаки, преимущественно под эфирным наркозом. Имея в виду то обстоятельство, что род наркоза очень влияет на возбудимость сосудистых центров, а значит и на состояние сосудов, мы в конце опытов проделали специальный контрольный опыт на наркотики.

Ниже приводятся данные 7 опытов, проделанных по описанной выше методике (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1.

№№ опыта	Наркоз	Слюноотделение в минуту в см ³	Вес железы в г	Кров. давл. (максимальное- минимальное)	Удельн. крово- снабж. на 100 г веса и 100 мм давл.	То же при раздраже- нии chordae tympani
1	Эфир	1,15		160 — 130	—	—
2	"	0,4	3,25	110 — 100	12,3	61,5
3	"	2,1	6,95	120	30,2	88,0
4	"	1,5	4,0	120 — 100	34,0	76,3
5	"	1,0	3,6	110 — 95	27,5	61,6
6	"	1,1	3,95	100 — 90	27,8	60,0
7	"	0,97	3,7	105 — 99	26,3	63,0

Как видно из таблицы, кровоснабжение слюнной железы не всегда пропорционально весу железы. Так, напр., если сравнить опыт 2 и 5, то окажется, что, несмотря на почти одинаковый вес желез, их кровоснабжение в покое разнится более чем на 100%, хотя при раздражении chordae tympani и получается совершенно одинаковое кровенаполнение. Это очевидно происходит от различного исходного тонуса сосудов железы. С другой стороны, если сравнить опыты 3 и 5, то окажется, что, несмотря на большое различие в весе желез, их кровоснабжение в покое почти одинаково и только значительно разнится при деятельности. Во всех случаях деятельности желез приведены те случаи, когда железа давала максимальный сосудистый эффект. Все опыты дали данные, очень отличающиеся от данных Буртон-Опитца. Эти различия настолько велики, что его цифрам кровоснабжения в покое соответствуют наши в максимальной деятельности. Наши данные ближе всего подходят к данным Б. П. Бабкина,

полученным им при прямом измерении. Чем объяснить такие большие различия? Нам кажется, что причина их лежит, с одной стороны, в самой методике учета кровотока, а с другой — в трудности получить только кровоток железы. Нам кажется, что у приведенных выше авторов большие средние цифры кровоснабжения железы могли получиться благодаря тому, что учитывалась не только кровь железистых вен, но и ближайших мышечных и капсулярных.

С другой стороны, мы в своих опытах очень часто наблюдали спонтанные изменения кровоснабжения железы, зависящие повидимому от состояния сосудистого тонуса. Так как не лишена была возможность влияния на этот тонус как характера наркотика, так и глубины наркоза, в каждом отдельном случае мы старались для каждой пробы делать глубину наркоза по возможности одинаковой. Что же касается

ТАБЛИЦА 2.

Время	При каких условиях сделано наблюд.	Действительн. кровоток в 1', в $см^3$	Вес железы в г	Действительн. кровян. давл. в мм Hg.	Удельн. кровенаполн. на 100 г ткани и 100 мм Hg	Примечание
1h 10'	Установившийся кровоток при эфире	1,7	11,55	116 — 100	13,98	Записано изменение давления на протяжении 1 мин.
1h 12'	Вливается хлоралгидрат 0,15 на кг веса					
1h 13'	—	1,99	"	100 — 90 — 74	19,01	
1h 15'		4,8	"	120 — 80	41,5	
2h 00'		2,5	"	124 (средн.)	17,33	
2h 05'		2,35	"	116 — 108	18,12	
2h 20'		2,1	"	114 — 96	17,33	
2h 40'		1,8	"	100 — 94	16,08	
2h 50'		1,8	"	100 — 94	16,08	
2h 51'	Вливается смесь уретан-морфия					
2h 52'		2,1	11,55	64,56	29,66	
2h 36'		1,8	"	74,60	27,37	
3h 8'		2,1	"	82,66	24,05	
3h 14'		1,9	"	84,70	21,29	
3h 15'		1,72	11,55	80,66	21,12	
3h 18'	Влита хлоролоза	—	—	—	—	
3h 20'		2,2	"	74,56	30,30	
3h 24'		2,1	"	72,54	29,84	

характера наркотика, то мы проделали для выяснения его значения специальный контрольный опыт. Сначала животные усыплялись обычным способом — морфий, потом эфир, затем, после того как размеры

кровообращения становились относительно постоянными, мы вводили при пробуждении собаки новый наркотик. Таким образом были испытаны уретан, морфий, хлоралгидрат и хлоралоза. Один из таких опытов мы приводим ниже целиком (см. табл. 2).

Как видно из приведенного протокола, все наиболее часто употребляемые наркотические средства дают довольно значительные изменения в кровотоке железы.

Эти изменения происходят главным образом вслед за введением нового наркотика, хотя они заметны и потом при спокойном сне.

В некоторых случаях действие нового наркотика на давление и на кровоток совершенно обратное. Так, например, при введении смеси уретан-морфия кровяное давление значительно понизилось против исходного, а кровоток железы увеличился. Этот случай лишний раз подчеркивает необходимость оценивать среднее кровообращение органа из расчета на 100 мм Hg кровяного давления.

Все сделанные нами опыты дают возможность заключить о том, что прежними авторами (Клод Бернар, Лэнглей, Буртон-Опитц) указывались величины среднего кровообращения слюнной железы с одной стороны значительно большие действительных, а с другой крайне разноречивые в зависимости от применяемой каждым автором методики учета кровотока. Как показало испытание наркотиков, имело большое значение и то, что не принимались во внимание колебания кровообращения во время самого опыта, зависящие от различного состояния сосудистого аппарата железы.

Поступило в Редакцию
11 апреля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Hürtle. Die mittlere Blutversorgung der einzelnen Organen. Hand. d. Norm u. pathol. Physiol. Bd. VIII/2, S. 1474, 1927. — 2. Claude Bernard. Цит. по Hürtle. — 3. Langley. Journ. of Physiol. Vol. 10, ph. 316, 1889. — 4. Frey. Цит. по Hürtle. — 5. Burton-Opitz. Amer. Journ. of Physiol. Bd. 30, S. 132, 1904. — 6. Babkin B. P. Pflüg. Arch. Bd. 149, S. 497, 1913. Анохин П. К. и Анохина-Иванова А. П. Труды ГИМЗ, т. III, 1929.

UEBER BLUTANFÜLLUNG EINER SPEICHELDRÜSE BEI RUHE UND TÄTIGKEIT.

Von *P. K. Anochin, D. G. Goldberg, N. M. Schamarina.*

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Staatsinstitutes für Medizinische Wissenschaften.

Obgleich genaue Angaben über den Grad der Blutversorgung einer Speicheldrüse für die Lösung vieler Sekretionsfragen von Wichtigkeit sind, fehlen bis jetzt genau festgestellte Grössen dieser Blutversorgung. Es wurden von früheren Autoren, welche meist die Blutversorgung beiläufig untersuchten, die verschiedensten Grössen angegeben (Claude Bernard, Frey, Langley, Burton-Opitz, Babkin). Durch Anwendung zur Registrierung des Blutabflusses aus der Drüse eines elektrischen Apparates für Tropfennotierung mit Vacuum (P. K. Anochin, A. P. Anochina-Iwanowa) glauben die Verfasser normale Bedingungen zur Registrierung des Blutabflusses aus der V. jugularis ext. geschaffen zu haben. Die mit dieser Methodik erhaltenen Resultate haben gezeigt, dass die Angaben früherer Autoren als übertrieben anzusehen sind. Nach den Untersuchungen der Verfasser beträgt die mittlere Blutanfüllung der Drüse bei Ruhe auf 100 g Drüsengewicht und 100 mm Hg, Blutdruck berechnet 26,3—30,2 cm³ in 1', bei maximaler Reizung der Chorda tympani — 60,0 — 88,0 cm³ in 1'. Die Anwendung von verschiedenen Narcotica an einer und derselben Drüse hat gezeigt, dass der Gefässtonus dabei grossen Schwankungen unterliegt, indem die Blutversorgung der Drüse bei Ruhe 13,98 bis 41,5 cm³, in Abhängigkeit von der Art des Narcoticum, beträgt.

О ВЛИЯНИИ СИМПАТИКОТОМИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ.

Г. В. Гершуни и А. Т. Худорожева.

Из физиологич. лаборатории Ленинградского мед. ин-та. Зав. Л. А. Орбели.

В то время, как влияние раздражения симпатического нерва на функцию нервно-мышечного прибора с несомненностью установлено многочисленными экспериментами, влияние на функцию изолированного нервно-мышечного аппарата симпатической денервации представляется значительно менее ясным. А между тем сопоставление влияния раздражения и выключения симпатических путей представляло бы существенный интерес для выяснения механизма действия симпатикуса.

Довольно многочисленные исследования, посвященные влиянию симпатикотомии на мышечный тонус, не могли дать никаких отправных точек для разрешения поставленного вопроса, ибо при всей сложности процессов, происходящих в целом организме, мало определенное и оспариваемое изменение тонуса может быть в той же мере обусловлено взаимодействием между симпатической и центральной нервной системами, между симпатической системой и рецепторами, изменениями в кровоснабжении и т. д., как и непосредственными изменениями функциональных свойств самой мышечной ткани.

Непосредственное значение для поставленной проблемы могли иметь исследования, касающиеся изменений, происходящих в изолированной мышце или нервно-мышечном препарате после предварительной симпатикотомии.

Имеющиеся в литературе указания посвящены главным образом изменениям химизма симпатикотомированной мышцы.

Так, Бютнер [Büttner (1)] обнаружил изменение в содержании молочной кислоты, гликогена и лактацидогена в мышцах лягушки после симпатикотомии.

Гофман и Вертгеймер [Hofmann u. Wertheimer (2)] обнаружили повышенное содержание гликогена на симпатикотомированной

стороне при стрихнинных судорогах. Однако, в случае стрихнинных судорог, во время которых происходит резкое возбуждение симпатических центров [Гинецинский (3)], речь может идти не столько о выключении, сколько о раздражении симпатической системы.

Бютнер (4) нашел изменение в содержании аммиака после симпатикотомии. Повышение аммиака на симпатикотомированной стороне наблюдалось лишь при раздражении мышцы индукционным током или растирании ее (травматический аммиак).

Крепс и Стрельцов (5) обнаружили изменения перфузионной жидкости, протекающей через деятельную симпатикотомированную и нормальную мышцы. Одновременно ими было обнаружено повышение контрактуры на симпатикотомированной стороне.

Шмид [Schmid (6)] обнаружил изменения в содержании неорганического фосфора на мышцах крыс после симпатикотомии. В содержании органического фосфора и креатинина не было обнаружено изменений.

Бютнер и Гаймбрехт [Büttner и. Heimbrecht (7)] нашли увеличение тигелевской контрактуры после симпатикотомии.

По предварительным данным, приведенным в сводной статье Магнус-Альслебена [Magnus-Alsleben (8)], хронаксия симпатикотомированной мышцы не обнаруживает отличия от хронаксии нормальной мышцы.

Гершуни (9), исследуя механическую возбудимость скелетной мышцы, не обнаружил изменений возбудимости после дегенерации симпатических волокон.

Следует также указать на данные Лэнгелаана [Langelaan (10)], которые говорят об изменении эластических свойств симпатикотомированной мышцы и потенциалов токов покоя.

Таким образом, только в некоторых работах (главным образом Крепса и Стрельцова и Бютнера и Гаймбрехта) изучались функциональные свойства симпатикотомированной мышцы. При этом следует отметить, что Крепс и Стрельцов исследовали функцию мышцы лишь попутно с физико-химическим анализом и по условию своих опытов не имели возможности сравнивать мышцы правой и левой стороны одного и того же животного.

Бютнер и Гаймбрехт изучали влияние симпатикотомии на тигелевскую контрактуру (по их определению) на целом животном, представив сравнительно немногочисленный материал. Поэтому для разрешения вопроса о влиянии симпатикотомии на функциональные свойства мышц дальнейшие исследования представлялись совершенно необходимыми.

МЕТОДИКА.

Опыты производились на лягушках, большей частью самцах (*Rana temporaria*).

В различные сроки до производства опытов у животных под эфирным наркозом, в условиях стерильности, производилась перерезка симпатических *rami communicantes* к 7, 8 и 9 и в случае наличия и 10 нервам (номенклатура по Лэнглей и Орбели [Langley a. Orbeli (13)] правой стороны. Через различные сроки после операции лягушки убивались разрушением центральной нервной системы, вскрывалась брюшная полость и удалялись все внутренности; срезалась аорта и прилегающие к ней симпатические стволы и производилась перерезка позвоночника на уровне 5—6 позвонков; Ахилловы сухожилия обоих *gastrochemius*'ов освобождались и препарат устанавливался во влажной камере. После этого обе мышцы соединялись с установленными в одной плоскости угловыми рычажками (отношение плеч 1:5; нагрузка на мышцу 10 г). Оба поясничные сплетения клались на одну пару электродов и производилась запись одиночных или тетанических сокращений раздражаемых одновременно мышц нормальной и симпатикотомированной стороны.

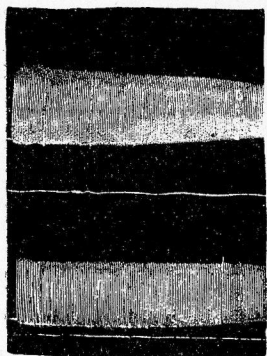


Рис. 1. Запись одиночных сокращений икроножных мышц одного и того же животного (контроль). Непрямое раздражение. Опыт 27 21/III — 1929 г.

Таким образом раздражались не корешки, а смешанные нервы. Однако, при этом раздражение симпатических волокон, проходящих в нервных стволах, очевидно не имело места, если судить по данным Гинецинского (3), Худорожевой (11), Лабгарда [Labhardt (12)], из которых следует, что сила и частота раздражающих соматический нерв индукционных ударов не адекватна для симпатических волокон.

Источником раздражения служили разряды конденсатора (емкость 0,5 μ F) через неоновую лампу и первичную обмотку трансформатора по схеме Шеминцкого [Scheminzky (14)]. Частота разрядов могла изменяться от 10 в минуту до нескольких сот в секунду; сила разрядов регулировалась шунтирующим препарат переменным сопротивлением (3500 ом). Схема Шеминцкого оказалась чрезвычайно удобной для ритмического раздражения, давая возможность в широких пределах изменять частоту разрядов, при практически постоянной их силе.

Сила раздражающего тока подбиралась таким образом, чтобы сокращения мышц правой и левой стороны были как раз максимальны; таким образом ток брался не чрезмерный, что уменьшало возможность раздражения симпатических волокон, проходящих в нервных стволах.

В первую очередь было изучено влияние симпатикотомии на оди-

ночные мышечные сокращения. Для этой цели отпрепарованный вышеуказанным образом нервно-мышечный препарат укладывался на электроды и записывались, вплоть до резкого утомления, одиночные сокращения мышц правой и левой стороны одного и того же животного в ритме от 30 до 40 в 1'. На рис. 1 представлены подобного рода миограммы, записанные у нормального животного. Полный параллелизм хода кривых утомления справа и слева совершенно очевиден.

На рис. 2 представлены миограммы, из которых верхняя записана симпатикотомированной мышцей. Перерезка *rami communicantes* была

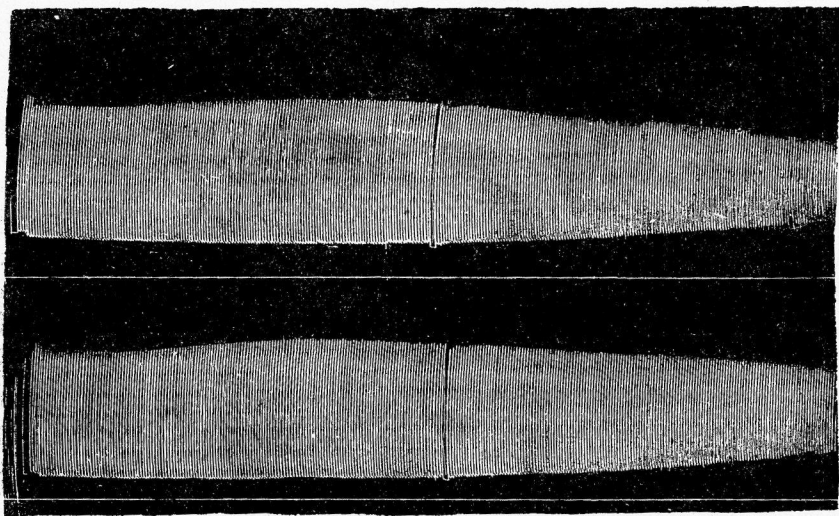


Рис. 2. Запись сокращений двух икроножных мышц одного и того же животного. Опыт 15а 28/II 29 г. 13 дней после операции. Нижняя кривая — сокращения левой (нормальной) мышцы. Верхняя кривая — сокращения правой (симпатикотомированной) мышцы. Непрямое раздражение.

произведена за 13 дней до опыта. Полнейший параллелизм наблюдается и в этом случае.

Данные Крепса и Стрельцова говорили об увеличении контрактуры в утомленных мышцах у симпатикотомированных лягушек. Под контрактурой при этом понимается „высота отхождения миограммы от нулевой линии к моменту конца работы мышцы... Утомление мышцы достигалось рядом 15-секундных тетанусов, следующих один за другим с 5-секундными перерывами. Сила тока подбиралась так, чтобы в течение 10 минут достигнуть полного утомления“.

Мы записывали длительные тетанусы, доводящие мышцу до значительного истощения. Тетанусы обычно перемежались с периодами одиночных сокращений. После прекращения раздражения контракту-

ра,¹ большей частью, достигала значительной величины. Кривые правой и левой стороны обычно чрезвычайно походили друг на друга как по своему характеру, так и по величине контрактуры, и в этом отношении различий между мышцами нормальными и симпатикотомированными обнаружить не удалось. Те колебания в величине контрактуры, которые имели место у оперированных животных, не превышали подобных же у нормальных.

На рис. 3 представлены миограммы симпатикотомированной (нижняя кривая) и нормальной мышц одного и того же животного.

В своих опытах Крепс и Стрельцов раздражали не смешан-

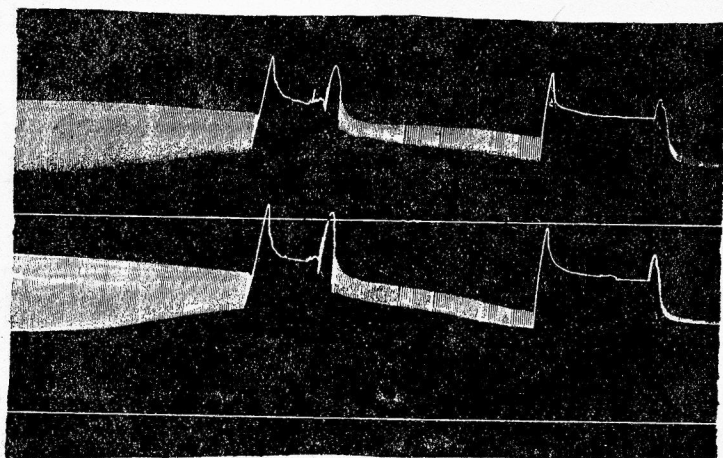


Рис. 3. Запись одиночных и тетанических сокращений икроножных мышц. Нижняя кривая симпатикотомированной мышцы. Верхняя — нормальной. Опыт 20а 6/III—20 г. Операция (перерезка симпліс.) за 21 день до опыта. Непрямое раздражение.

ный ствол, а передние корешки. В некотором числе опытов (7 опытов; 20 дней после операции) нами были записаны 15-секундные тетанусы с 5-секундными перерывами при раздражении передних корешков. Однако и в этих условиях отличий между деятельностью мышц правой и левой стороны обнаружить не удалось.

На табл. 1 указано число опытов и сроки, прошедшие после перерезки симпатических волокон.

¹ Мы условно обозначаем таким образом, согласно Крепсу и Стрельцову, отхождение пистчика от нулевой линии после прекращения раздражения как контрактуру, отнюдь не входя в рассмотрение причин, вызывающих это явление. См. Гассер [Gasser (15)].

при этом должна пониматься условно, не предпреляя вопроса о раздражении окончаний двигательных волокон в мышце.

Для этого рода опытов две пары параллельно соединенных булавочных электродов вкалывались в коленные суставы и ахилловы сухожилия мышц правой и левой стороны. На подготовленном таким образом препарате были поставлены вначале опыты с одиночными мышечными сокращениями при прямом раздражении. На рис. 4 представлены такого рода миограммы, из них нижняя — симпатикотомированной мышцы. Полный параллелизм очевиден. Подобных опытов

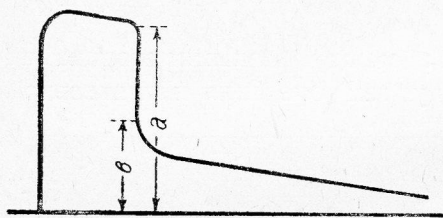


Рис. 5. Схематическое изображение кривой 10-секундного тетануса (из работы Бютнера и Гаймбрехта). Величина контрактуры характеризуется отношением

$$\frac{b}{a} \cdot 100.$$

было поставлено 20 (десять контрольных и 10 оперированных). Все кривые совершенно идентичны.

В следующем ряде опытов мы подвергли изучению явление, описанное Бютнером и Гаймбрехтом. Упомянутые авторы обнаружили, что так называемая тигелевская контрактура обычно больше на мышцах симпатикотомированных, чем на нормальных.

Бютнер и Гаймбрехт работали на целых животных под уретановым наркозом. Для исключения влияния центральной нервной системы и наркоза в нескольких опытах ими перерезались корешки 7, 8, 9-го нервов и перевязывалась аорта после введения уретана. В качестве величины, характеризующей контрактуру, авторы брали отношение между линиями b и a на кривой 10-секундного тетануса (см. рис. 5).

По их данным, это отношение является постоянным для мышц нормальных животных. (Вопрос о том, характеризует ли означенное отношение именно тигелевскую контрактуру, мы оставляем открытым) (см. Гассер.)

Методика наших опытов заключалась в следующем: лягушке в кожу спины втирался уретан с таким расчетом, чтобы обездвижение наступало минут через 15 после втирания. Обездвиженное животное укладывалось на спинку, в коленные суставы и ахилловы сухожилия вкалывались булавочные электроды и производилась запись 10-секундных тетанусов одновременно на икроножных мышцах правой и левой стороны. В течение опыта записывалось 5-6 тетанусов с промежутками покоя в 10 минут.

В поставленных с нормальными животными опытах (18) выяснилось, что относительная величина контрактуры далеко не так постоянна, как то следует из 5 контрольных опытов Бютнера и

Гаймбрехта, и колеблется не только на разных мышцах одного и того же животного, но и при повторных тетанусах в одной и той же мышце.

Затем были поставлены опыты (20) с животными, у которых предварительно (от 1 до 10 дней) перерезались справа *rami communicantes*, как то указано выше.

Результаты всех этих опытов приведены на табл. 2.

Увеличение контрактуры справа у оперированных животных наблюдалось в пяти случаях, у нормальных в 2 случаях (см. рис. 6).

Далее были поставлены опыты (14) с разрушением центральной нервной системы после введения и действия уретанового наркоза у оперированных животных. В этих опытах контрактура была выше справа в 4 случ., в 9 случ. одинаково и в 1 случае выше слева.

Для выяснения влияния уретана были поставлены опыты (22) с разрушением центральной нервной системы без предварительного введения наркоза. У контрольных и оперированных лягушек контрактура справа и слева была совершенно одинакова.

Далее для выяснения специфичности уретанового наркоза были поставлены опыты с эфирным наркозом и последующим разрушением центральной нервной системы.

У 7 оперированных и 3 нормальных лягушек контрактуры на мышцах правой и левой стороны по своей величине не отличались друг от друга.

Следует отметить, что введение уретана значительно увеличивает мышечную контрактуру, эфир подобного действия не оказывает.

Полученные нами данные таким образом только частично подтверждают результат опытов Бютнера и Гаймбрехта; у оперированных животных после отравления уретаном наблюдается увеличение контрактуры справа в несколько большем числе случаев, чем у животных неоперированных. Постоянство относительной величины контрактуры у нормальных животных, как то следует из 5 опытов Бютнера и Гаймбрехта, оказывается чрезвычайно колеблющимся при большем экспериментальном материале. При отравлении животных эфиром и при разрушении центральной нервной системы величины контрактур на нормальной и симпатикотомированной сторонах не отличаются друг от друга.

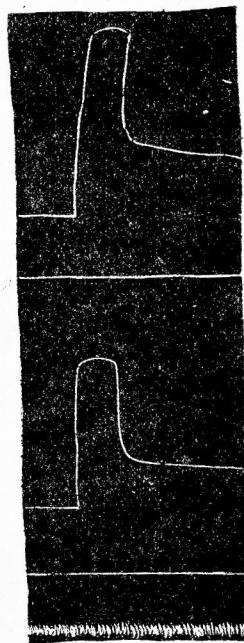


Рис. 6. 10-секундный тетанус. Верхняя кривая — симпатикотомированной мышцы, нижняя — нормальной. 5 дней после операции. Уретановый наркоз. Прямое раздражение.

ТАБЛИЦА 2.

Дата	Число дней, прошедш. от опер. до опыта	Величины, характеризующие контрактуру, полученные из отношения $\frac{b}{a} \cdot 100$ (см. рис. 5). Представленные числа выражают таким образом величину контрактуры в процентах; за единицу принимается контрактура при $b = a$				Дата
1929 г.		Оперированные		Неоперированные		1929 г.
		Правая сторона	Левая сторона	Правая сторона	Левая сторона	
10/V	2	60 48,5 46,7	59 52,6 52,9	58 49 46	58 46 46	14/V
11/V	2	57 55 48	58 50 52,7	60 53 47	61 49 41	14/V
3/X	2	37,5 37,8 35	44,1 42,8 45	69 77 66	74 61 73	13/V
1/X	2	75 62 60	76 65,7 53,5	53 46 43	58 52 47,5	15/V
1/X	2	50 45 46	30 28 32	54,5 39 40	59 47 46,5	1/V
11/V	2	42 38 36	69 66 60	70,4 63,6 58,0	79 67 66	25/IV
10/V	2	39 23,4 23,8	38 36 35	48 43 32,7	52,5 50,0 40,0	29/IV
9/V	2	50 30 29	62 44 45	79 69 63	75 68 62	25/IV
9/V	2	25 28 32	13 11 27	74 60 59	72,8 64,0 63,0	27/IV
9/V	2	57 61 69	58 64 71	70,5 62 60	67 65 60,5	4/V
13/V	4	42 40 39	42 39 42	59 59 59	71 65 62	8/V
8/V	1	46,4 39 42,5	47 44 45	72 68 71	45 35 37	3/V

(Продолжение табл. 2).

Дата	Число дней, прошедш. от опер. до опыта	Величины, характеризующие контрактуру, полученные из отношения $\frac{b}{a} \cdot 100$ (см. рис. 5). Представленные числа выражают таким образом величину контрактуры в процентах; за единицу принимается контрактура при $b = a$				Дата
1929 г.		Оперированные		Не оперированные		1929 г.
		Правая сторона	Левая сторона	Правая сторона	Левая сторона	
30/IV	1	64	65,3	62	67	9/V
		62,2	59	50	62	
		55,8	54	57	65	
7/V	5	34,4	30,0	67	60,8	1/X
		34,0	28,0	56	51	
		37	25,0	50	45,6	
7/V	5	53	53			
		51	55			
		54	56			
4/V	5	50	51			
		51	53			
		57	54			
7/V	5	62	56			
		54	57			
		55	43			
15/V	8	65	54			
		63	53			
		57	58			
30/IV	8	66	51			
		55	54			
		52	53			

Примечание. Опыты поставлены на животных под уретановым наркозом числа в графе каждого опыта соответствуют 3 кривым тетануса, полученным последовательно на одном и том же животном.

Таким образом увеличение контрактуры на симпатикотомированной стороне наблюдалось только при отравлении уретаном, да и то в очень небольшом по сравнению с контрольными животными числе случаев. Следует так же иметь в виду что уретан, представляя собой этиловый эфир карбаминовой кислоты, подобно аммиаку вызывает сам по себе значительное увеличение остаточной контрактуры. Так как в условиях наших опытов влияние уретана на мышцу через центральную нервную систему было исключено разрушением последней, то приходится допустить, что в некоторых случаях симпатикотомия как будто бы может способствовать усилению действия уретана на мышцу. Вопрос о механизме этого влияния остается конечно открытым.

Если раздражение симпатических волокон сказывается в повышении работоспособности нервно-мышечного аппарата (Гиневинский) (17), Худорожева, Гершуни (18), повышении возбудимости и проводимости его (Стрельцов) (19), то, как видно из настоящего исследования, дегенерация и выключение¹ симпатических волокон не сказываются на деятельности мышц в противоположном направлении, т. е. в понижении работоспособности, возбудимости и проводимости.

Вырезанная из организма после предварительной симпатикотомии мышца утомляется как при прямом, так и непрямом раздражении несколько не быстрее, чем мышца нормальная; развивающаяся в ней после тетануса контрактура не превышает таковую же контрольной мышцы. Как показывают данные исследований Магнуса-Альслена хронаксия симпатикотомированной мышцы не претерпевает также особых изменений.

Весьма возможно однако, что в условиях жизни животных, требующих значительной деятельности нервно-мышечного прибора, вырезанная из организма симпатикотомированная мышца представляла бы некоторые функциональные отличия от мышцы нормальной. Как показывают исследования Орбели и Тонких (21) Кеннона (Саттон) (22) и его школы, животные после полного удаления всей симпатической системы способны жить в течение долгого времени, внешне не отличаясь от нормальных животных. Однако при условиях, требующих от них усиленной деятельности, наблюдался ряд расстройств.

Следует также иметь в виду, что циркулирующий в крови адреналин может в той или иной мере заменять отсутствующие симпатические импульсы, что могло иметь значение в условиях нашей работы.

Очевидно, все же некоторые изменения в текущих в изолированной мышце процессах имеют место после симпатикотомии, как следует из литературных данных. За это же говорит возможное изменение контрактуры при уретановом наркозе на стороне симпатикотомии. Но обнаружение этих изменений чрезвычайно зависит от условий опыта; характер наркоза, наличие или отсутствие перфузии вероятно имеют существенное значение. Однако эти изменения, во всяком случае в условиях наших опытов, не сказывались на деятельности изолированной неотравленной мышцы.

¹ По данным Ленгли (20), резкие дегенеративные изменения симпатических волокон наступают уже на 3-й неделе после перерезки; как видно из таблиц, мы исследовали свойства мышц в разные сроки после симпатикотомии (более или менее 17 дней), так как, что является более подходящим — дегенерация или выключение, мог сказать только эксперимент.

Эти факты свидетельствуют, что регулирующие влияния, оказываемые симпатической системой на функции нервно-мышечного прибора, не следует рассматривать как влияния грубо-трофические, что вполне соответствует развиваемым проф. Л. А. Орбели (23) взглядам на природу симпатических влияний.

Проводимая им аналогия между влияниями, оказываемыми симпатическими волокнами на деятельность сердечной и скелетной мышц, приложима таким образом и к проблеме, поставленной в настоящем исследовании, если принять во внимание малую тонизированность сердечного симпатикуса.

Выводы.

1. Предварительная перерезка (в разные сроки до начала опыта) симпатических волокон не сказывается на функции изолированной скелетной мышцы, утомляемой с нерва одиночными индукционными ударами.

2. Перерезка симпатических волокон не сказывается на величине контрактуры, развивающейся после длительного тетануса, при прямом раздражении.

3. Перерезка симпатических волокон не сказывается на функции изолированной мышцы, утомляемой одиночными индукционными ударами, при прямом раздражении.

4. Контрактура после 10-секундных тетанусов при прямом раздражении в условиях отравления уретаном в небольшом числе опытов увеличена на симпатикотомированной стороне. Это увеличение имеет место лишь при наличии уретанового наркоза и очевидно связано с прямым или косвенным влиянием уретана на мышцу.

5. На основании полученных данных и предыдущих работ, вышедших из лабораторий проф. Л. А. Орбели, указывается, что влияние раздражения и выключения симпатических волокон не сказывается на функции поперечнополосатой мышцы лягушки в противоположном направлении.

6. Указывается, что полученные данные вполне согласуются и могут быть объяснены с точки зрения взглядов, развиваемых проф. Орбели на природу симпатических влияний.

Поступило в Редакцию

18 апреля 1930 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Büttner. Zeitschr. f. Physiol. Chemie. Bd. 161, S. 282, 1926. — 2. Hoffmann u. Wertheimer. Pfl. Arch. Bd. 218, S. 176, 1928. — 3. Гинецинский. Русск. физиол. журн., т. X, стр. 435, 1927. — 4. Büttner. Biochem. Zeitschr. 198, S. 478, 1928. — 5. Крепс и Стрельцов. Журн. эксперим. биол. и медиц. № 27, стр. 538, 1928. — 6. Schmid. Biochem. Zeitschr. 201, 125, 1928. — 7. Büttner u. Heimbrecht. Pfl. Arch. Bd. 221, 93, 1928. — 8. Magnus — Alsleben. Klin. Wochenschr. № 16, S. 737, 1928. — 9. Гершуни. Русск. физиол. журн., т. XIII. 1930. — 10. Langelaan Verh. d. Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam Deel. XXIV, 1925; Ann. de physiol. et physicochemie biolog. 4. p. 581, 1928. — 11. Худорожева. Труды III всесоюзного съезда физиологов. 1928. — 12. Labhardt. Zeitschr. f. Biol. Bd. 89. S. 217, 1929. — 13. Langley a Orbeli. Journ. of Physiol. 41, p. 450, 1910 — 11. — 14. Scheminzky. Zeitschr. f. Biol. Bd. 87, S. 189, 1928. — 15. Gasser. Physiol. Reviews. V. X, p. 35. 1930. — 16. Мопаупи. Naunyn-Schmiedeb. Arch. Bd. 140, S. 306, 1929. — 17. Гинецинский. Русск. физиол. журн., т. VI, 1923; т. IX, 1926. Труды III всесоюзн. съезда физиологов, 1928. — 18. Гершуни. Доклад на заседании Об-ва российск. физиологов им. Сеченова, 24 февраля 1930 (печатается). — 19. Стрельцов. Русск. физиол. журн., т. VII, 1924; т. IX. 1926. — 20. Langley. Journ. of Physiol. V. 38, p. 504, 1909. — 21. Орбели и Тонких. Тр. III Всесоюзн. съезда физиологов 1928. 22. Cannon, Newton etc. Am. Journ. of Physiol. V. 89, p. 84, 1929; Physiol. Reviews, v. IX, p. 399, 1929. — 23. Орбели. Изв. научн. ин-та им. Лесгафта, т. VI, 1923; сборник, посв. 75-летию акад. И. П. Павлова, стр. 403, 1925; Большая медиц. энциклопедия, т. IV, 1928.

ÜBER DIE WIRKUNG DER SYMPATHICOTOMIE AUF DIE FUNKTIONELLEN EIGENSCHAFTEN DES SKELETTMUSKELS DES FROSCHES.

Von. G. W. Gerschuni und A. T. Chudoroschewa.

Aus dem physiologischen Laboratorium des Leningrader Medizinischen Institutes. Vorstand Prof. L. A. Orbeli.

Verfasser untersuchten die Wirkung einer Durchschneidung der sympathischen Bahnen auf die funktionellen Eigenschaften eines isolierten Muskels oder eines Nerv-Muskelpräparates. Zu diesem Zwecke wurden die Rami communicantes zu dem 7, 8 und 9. Nerven der rechten Seite durchschnitten, worauf in verschiedenen Zeitintervallen nach der Durchschneidung (von 1 bis 35 Tagen) die einzelnen Zuckungen sowie die Tetani der isolierten *M. gastrocnemii* an der operierten sowie normalen Seite desselben Tieres registriert wurden. Als Stromquelle diente der Generator von Scheminzky.

Verfasser kommen zu folgenden Schlüssen:

1. Eine vorangehende Durchschneidung der sympathischen Fasern übt keine Wirkung auf die Funktion des Muskels aus, der durch einzelne Induktionsschläge bei direkter oder indirekter Reizung ermüdet wird.

2. Die Durchschneidung der sympathischen Fasern zeigt keine Wirkung auf den Grad der Kontraktur, welche nach lange dauerndem Tetanus entsteht, wie bei Reizung des gemischten Nerven so auch der vorderen Wurzeln.

3. Die Kontraktur, welche nach einem 10"-langen Tetanus bei direkter Reizung unter Urethanvergiftung des Tieres entsteht, zeigt in einer Anzahl von Versuchen einen höheren Grad an der sympathicotomierten Seite. Diese Erscheinung findet nur bei Urethannarkose statt und steht augenscheinlich im Zusammenhang mit einer direkten oder indirekten Wirkung des Urethans auf den sympathicotomierten Muskel.

4. Auf Grund des Vergleiches der gewonnenen Tatsachen mit der im Laboratorium von Orbeli festgestellten bedeutenden Wirkung der Sympathicusreizung auf den Nervenmuskelapparat, wird notiert, dass die Wirkung einer Reizung und Ausschaltung der sympathischen Fasern sich auf der Funktion des Muskels in entgegengesetzter Richtung nicht äußert.

5. Es wird notiert, dass die gewonnenen Tatsachen gänzlich mit dem von Prof. Orbeli vertretenen Standpunkt über die Natur der sympathischen Wirkungen auf den Muskel übereinstimmen.

К МЕТОДИКЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМИ УДАРАМИ.

*Сообщение I.**И. Беритов.*

Из физиологической лаборатории Тифлисского гос. университета. ¹

80 лет прошло с тех пор как Дюбуа-Реймон построил санный индукционный аппарат и ввел его в физиологическую практику (1). Индукционный ток считается все это время наилучшим раздражителем мышечной и нервной ткани. Это обстоятельство, казалось, должно было способствовать к созданию самой совершенной методики раздражения индукционными ударами и к усвоению этой совершенной методики всеми физиологическими лабораториями. Однако нельзя сказать, чтобы это было так. Одно время электрофизиологическая методика привлекала внимание многих физиологов. Это было время Дюбуа-Реймона, Германа, Геринга, Пфлюгера, Н. Е. Введенского. Но в настоящее время методикой электрического раздражения мало кто интересуется. Более того: многие предосторожности, какие применялись в своей практике означенными физиологами, ныне совершенно забыты во многих лабораториях как у нас, так и за границей. Так напр., Н. Е. Введенский считал недопустимым раздражать нерв при расстоянии катушек в 10 см и ближе. Он в своей лаборатории даже запрещал сближать индукционные катушки ближе 10 см. Того же мнения был Л. Герман (2) и другие. Они имели много оснований, запрещая сильное сближение катушек. Однако и сейчас применяют не только 10 см, но и меньше, даже 0 см. [Гинецинский, Нехорошев и Тетяева (3), Гартман, Эванс, Малаховский и Михалек) (Hartmann, Ewanns, Malachowsky, Q. Michalek) (4)].

¹ Помещаемые статьи проф. Беритова не вполне соответствуют программе Русск. физиол. журнала и значительно превосходят обычно допускаемый в нем размер статей. Однако редакция, имея в виду, что статьи проф. Беритова полемизируют со школой проф. Орбели, входящего в состав редакции, и желая избежать нареканий в пристрастии, помещает статьи без каких-либо изменений или сокращений. Редакция.

Я не буду касаться других отступлений от практики старых физиологов. Этих отступлений особенно много у молодых физиологов, что совершенно естественно.

В виду этого я счел нужным подвергнуть методику электрического раздражения систематическому изучению и затем, не вдаваясь в подробную историческую справку насчет того, что уже было сделано в этом направлении, представить их к сведению и руководству наших молодых физиологов.

1. Влияние числа оборотов вторичной катушки на силу раздражения.

Общеизвестно, что чем больше число оборотов провода во вторичной катушке, тем сильнее индукционные удары. Однако едва ли многим известно, в какой степени меняется сила раздражения, если число оборотов изменяется определенным образом, напр., увеличивается вдвое. Я изучил это таким образом: я брал катушки в 3800, 8000 и 10 000 оборотов и вставлял их поочередно в один и тот же индукторий Дюбуа-Реймона. Эти катушки изготовлены в мастерской лаборатории. Толщина проволоки равняется 0,15—0,2 мм. Первичная цепь во время этих опытов одна и та же. Раздражается какой-либо корешок из седалищного сплетения (спинномозговая лягушка). Нерв был перерезан центрально от электродов.

Для иллюстрации приводится протокол I. Здесь даются пороги раздражения при разных катушках, применяя индукционные удары то в одном направлении, то в другом.

Протокол 1. 10-XI—1928 г. Определение порогов через разные вторичные катушки. В первичной цепи аккумулятор в 2 вольта. Двух-полюсные электроды. Раздражается 2-й лумбальный или 9-й корешок из седалищного сплетения по терминологии Эккера. Частота индукционных ударов 30—40 в 1".

Число оборотов вторичной катушки	Пороги раздражения в см	
	Размык. удары (нисход. направл.)	Размык. удары (восход. направл.)
3800	45	43
8000	55	52
10 000	63	60

Из протокола видно, что при значительном изменении числа оборотов почти втрое пороги раздражения изменяются очень мало, ибо разница в силе токов между 45 см и 63 см очень небольшая.

Если исчислять ее единицами Кронекера, то разница в силе будет равняться всего нескольким единицам Кронекера.

Итак, малое число оборотов во вторичной катушке, как 3800—5000, не может служить показателем того, что катушка слабая. Правда, она слабее чем при числе оборотов в 8000—10 000, но не настолько, чтоб это особенно принималось в расчет при определении степени возбудимости нервной ткани.

2. Влияние источника электричества в первичной цепи на силу раздражения.

Были случаи утверждения, что при наличии элемента Грене в первичной цепи сила индукционных ударов должна быть заметно слабее, чем при наличии аккумулятора (Орбели и его сотрудники). Уже исходя из того, что разность потенциала на полюсах элемента Грене составляет 1,9 вольта, а в аккумуляторе не более 2,1 вольта, нужно было думать, что эта разница должна быть очень мала. Конечно, при проверке оказывается, что это так и есть. Не только при одном аккумуляторе, но и при двух, пороги раздражения мало отличаются от порогов при элементе Грене. Судя по протоколу 2 раздражающее действие индукционных ударов при Грене всего на 1,5—0,5 *см* меньше, чем при одном аккумуляторе, и на 8—6,5 *см* меньше, чем при 2 аккумуляторах. В единицах Кронекера наибольшая разница около одной единицы.

Протокол 2. 7-VI—1929. Спинномозговая лягушка. Раздражается периферический конец 9-го корешка. Число оборотов во вторичной цепи 5000. Даются пороги раздражения в сантиметрах и единицах Кронекера. Во вторичной цепи элемент Грене в 1,7 вольта, один аккумулятор в 2,1 вольта и два аккумулятора в 4,3 вольта.

Сила раздражения	Элемент Грене		1 аккумулятор		2 аккумулятора	
	восход. ток	нисход. ток	восход. ток	нисход. ток	восход. ток	нисход. ток
В сантиметрах	30,5	32,5	32	33	38	39
В единицах Кронекера . .	2,8	2,3	2,4	2,2	1,3	1,2

Очевидно, введение элемента Грене в первичную цепь не должно давать повода говорить о том, что раздражающее действие индукционных ударов значительно слабее, чем это бывает при введении одного или двух аккумуляторов в первичную цепь.

3. Влияние сопротивления нерва на пороги раздражения.

Общеизвестно, что тонкий нерв раздражается более слабыми токами, чем толстый, что пороговое раздражение нерва сильно нарастает, если между полюсами электродов находится капля физиологического раствора. Очевидно, электропроводимость или сопротивление нерва существенно влияет на пороги раздражения. Но в какой мере это обстоятельство важно для правильного суждения о степени возбудимости нерва по порогам раздражения, едва ли вполне ясно для всех пользующихся электрическим раздражением.

Я задался целью точно уяснить себе роль сопротивления нерва в порогах раздражения. Для этой цели я определял пороги раздражения и одновременно сопротивление нерва. Сопротивление нерва определялось по мостику Уитсона. На место телефона был введен струнный гальвометр. Электроды были неполяризующие: из серебряной проволоки, покрытой хлористым серебром. Источником электричества служили индукционные удары от катушки Дюбуа-Реймона частотой 40—50 в 1". Этот способ измерения сопротивления имеет относительную ценность, ибо не исключается влияние поляризационного тока, который несомненно имеет место в некоторой мере и при индукционных ударах [Кремер (Cremer) (7)]. Поэтому полученные нами величины сопротивления должны быть несколько ниже действительных.

Прежде всего рассмотрим, как влияет толщина нерва на порог раздражения. При всех прочих равных условиях, чем тоньше двигательный нерв, тем слабее пороговое раздражение. Порог раздражения наиболее тонкого VII спинного нерва — 50—70 см, а более толстых нервов VIII или IX корешков — 34—54 см. Несомненно эта разница в порогах стоит в связи с сопротивлением нерва. Сопротивление тонкого нерва значительно больше: при длине нерва в 1,5 мм и диаметре в 0,15—0,2 мм сопротивление равняется 100 000—140 000 омов, в то время как при такой же длине нерва диаметром 0,7—1,0 мм оно составляет 20—40 000 омов. Конечно, в определенных случаях разница в порогах может зависеть от чисто физиологических условий самой раздражаемой ткани. Я поставил специальные опыты для выяснения роли сопротивления живой ткани в определении порогов. Так, напр., я определял пороги и сопротивление двигательного нерва в связи с тонким кровеносным сосудом и без него. Оказалось, что в связи с кровеносным сосудом сопротивление падает и в то же время повышается порог раздражения. Это, разумеется, обуславливается тем, что сосуд с кровью представляет значительно меньше

сопротивления, чем пучки нервных волокон, а потому сосуд в самом нерве или рядом с ним послужит для хорошего побочного замыкания тока. Естественно, для того чтобы раздражать нерв, необходимо значительное усиление тока (см. протокол 3).

Протокол 3. 19-XI—1928. Определение порога раздражения, сопротивления и диаметра нерва в связи с кровеносным сосудом и без него. Испытывается VIII нерв из седалищного сплетения. Электроды двухполюсные с межполюсным расстоянием в 1,5 мм. Определение производилось сейчас же после увлажнения нерва рингеровским раствором. Измерение кровеносного сосуда производилось при некотором растяжении объекта.

Название объекта	Толщина в мм	Сопротивление в омах	Пороги раздражения в см	
			восход. ток	нисход. ток
8-й корешок . . .	0,4—0,45	до 100 000	43	45
8-й корешок + со- суд	—	27 000	33	34
Сосуд	0,4	20 000	—	—

Особенно важно иметь в виду то обстоятельство, что когда нерв связан с окружающей тканью, то часто приходится отпрепарировать его вместе с тканью. Так, напр., обстоит дело с пограничным стволом симпатической системы в области седалищного сплетения. Так, в одном опыте этот нерв, будучи выпрепарирован вместе с пленкой кровеносного сосуда, обладал в межполюсном пространстве сопротивлением около 30 000 омов, а на другом примере, где такой нерв был начисто отделен от окружающей ткани, сопротивление равнялось 147 000 омов. Такая большая разница в сопротивлении, конечно, сильно отзывается на пороге раздражения нерва.

Итак, при всех прочих равных условиях чем толще нерв и чем больше в нем посторонней ткани, тем меньше его сопротивление и тем меньше раздражающее действие тока на нервные волокна.

4. Влияние высыхания нерва на его сопротивление.

Увеличение сопротивления нерва в связи с высыханием само собой понятно. Когда нерв смочен снаружи рингеровским или физиологическим раствором и содержит внутри этот раствор или лимфатическую жидкость, тогда сопротивление нерва в общем должно быть меньше, чем в условиях высыхания нерва. Нерв, очевидно, сначала высыхает снаружи, а затем внутри и сообразно нарастает его сопротивление сначала от наружного высыхания, затем от внутреннего.

Я специально занялся изучением скорости высыхания в обычных условиях физиологического эксперимента во влажной камере и без нее. Тонкие нервы значительно и очень быстро высыхают как без

влажной камеры, так и в ней. На открытом воздухе при комнатной температуре $19-22^{\circ}$ высыхание отзывается на сопротивлении еще спустя 2—3', после того как смочили нерв рингеровским раствором. Уже за 5—10' сопротивление удваивается, а спустя 20—30' и больше оно утраивается. Но полное затвердение тонких нервов происходит в течение нескольких десятков минут, в то время как толстые нервы, а также симпатические нервы затвердевают спустя 1—2 часа. Точно также во влажной камере тонкие спинные нервы, а также симпатический ствол высыхают до затвердения много раньше, чем толстые, как IX и X корешки. Последние не высыхают в хорошо увлажненной камере в течение 2 и 3 часов, в то время как тонкие нервы высыхали за это же время совершенно. Кроме того, было замечено, что сильное фарадическое раздражение в течение 1—2', не благоприятствует высыханию. Сопротивление нерва не нарастает в связи с таким раздражением (см. протокол 4).

Протокол 4. Измеряется сопротивление нервов во влажной камере: крышка камеры и одна стенка обложена внутри смоченной в воде фильтровальной бумагой. Желобок камеры наполнен водой. Все дыры закрыты. Температура 19° . Во влажной камере находится спинномозговая лягушка животом вверх. Обнажено седалищное сплетение и симпатический ствол. Измеряется сопротивление по принципу мостика Уитсона с помощью струнного гальванометра. Межполюсное расстояние электродов 2 мм. Источник электричества — индукционные удары 40—50 в 1". Сначала дается изменение сопротивления VIII нерва толщиной 0,25 мм, затем симпатического ствола толщиной 0,15—0,2 мм, а в конце IX нерва толщиной 0,8 мм. В случае VIII и IX корешков было испытано влияние длительного раздражения. Раздражается тот участок, сопротивление которого измеряется. (См. табл. на 428 стр.)

Итак, из приведенных опытов видно, что влажная камера не вполне предохраняет нерв от высыхания. Это высыхание заметно уже в течение нескольких минут при довольно низкой температуре как $19-21^{\circ}$. При высыхании во влажной камере сопротивление повышается вдвое-втрое против нормы и даже больше.

5. Влияние высыхания нерва на порог раздражения.

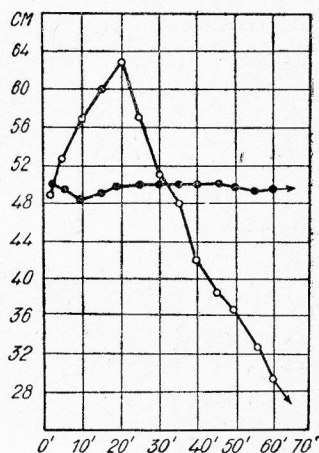
Увеличение сопротивления в межполюсном пространстве нерва в связи с высыханием несомненно должно отзываться на пороге раздражения. Когда наружное сопротивление нарастает, тогда раздражающее действие тока на нервные волокна должно нарастать. Это так и бывает. Как на открытом воздухе, так и во влажной камере пороги раздражения прежде всего понижаются (рис. 1—3). Это явление обуславливается изменением сопротивления нерва в силу подсыхания. Это видно прежде всего из того, что смачивание моментально возвращает первоначальные пороги раздражения. В связи

с дальнейшим высыханием пороги раздражения вновь понижаются. Этот опыт может быть повторен много раз (рис. 2). Но если не смачивать долгое время, тогда после понижения порогов наблюдается постепенное повышение порогов (рис. 1). Этот период высыхания безусловно связан с внутренним высыханием нерва. Здесь пороги начинают повышаться, несомненно, прежде всего благодаря по-

Время	Нерв	Состояние нерва	Сопротивле- ние в омах
23-X-1928	VIII		
11 ч. 30'	"	Нерв был смочен рингеров- ским раствором	
11 ч. 30—32'	"		90 000
11 ч. 55'	"	Не смачивается в течение 25'	200 000
12 ч. 2—4'	"	Нерв был уложен в раствор Рингера на 2'	
12 ч. 5'	"		60 000
" 10'	"	Не смачивался в течение 5' .	120 000
" 15'	"	Минутное раздражение при 10 см	
" 17'	"	Не смачивался в течение 14'	200 000
23-X-1928	Симпати- ческий ствол		
12 ч. 55'	"	Смачивался рингеровским рас- твором	
" 55—57'	"	Сейчас после смачивания . .	147 000
1 ч. 5—7'	"	Не смачивался в течение 10' .	180 000
" 17—20'	"	Не смачивался в течение 20' .	380 000
17-XI-1928	IX		
3 ч. 48'	"	Не смачивался рингеровским раствором в течение 10' .	80 000
" 48—50'	"	Двухминутное раздражение .	
" 51'	"	Сейчас после раздражения .	
" 57'	"	Не смачивался в течение 14'	113 000
" 57—59'	"	Нерв был смочен рингеров- ским раствором	
	"	Сейчас после смачивания . .	42 000

вышению внутреннего сопротивления. Но, разумеется, как в этой стадии, так и в предварительной стадии понижения порогов существенную роль играет точно также развитие парабьотического состояния в нервных волокнах: сначала повышение возбудимости (привизорная стадия), затем понижение возбудимости. Что это так и есть, видно из опытов смачивания нерва в разные периоды высыхания. В самом начале разовое смачивание восстанавливает пороги, а впоследствии нет: восстановление частичное. Для полного восстановления необходимо уложить нерв в раствор Рингера на несколько минут (рис. 2). Это необходимо для проникновения влаги внутрь, что

приводит к восстановлению более или менее нормального функционального состояния. В стадии значительного повышения порогов, когда пороги стали значительно выше против нормы, разовое смачивание нерва изменяет пороги слабо или совсем не влияет, а длительное смачивание возвращает нормальные пороги. Но в последних стадиях высыхания смачивание не восстанавливает совсем порогов (рис. 2). Это указывает на наступление смерти. При этом еще могут получиться эффекты от сильного электрического раздражения, но это уже происходит под влиянием распространения тока от раздражаемого участка нерва на соседние нормальные участки. В этом можно убедиться механическим раздражением нерва: при раздражении в области электродов и дистально от них не будет эффекта на мышцах, при раздражении же в нескольких миллиметрах от них вблизи седалищного сплетения эффект будет, ибо этот участок получает влагу от близлежащих тканей.

Рис. 1.¹

Первоначальное понижение порогов в определенных случаях

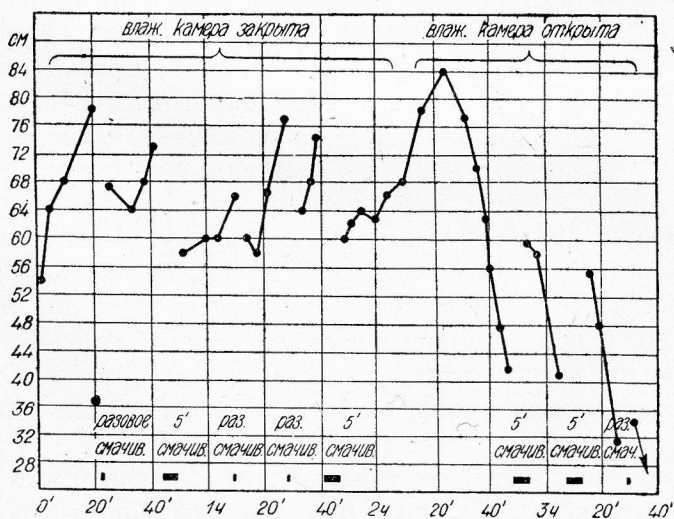


Рис. 2.

отсутствует. Пороги начинают повышаться с самого начала или вскоре после небольшого понижения. Это наблюдалось мной на

¹ Объяснения ко всем рисункам см. в конце статьи, стр. 437.

нормы. Впоследствии сопротивление нерва повышается в 5 раз против нормы. Смачивание нерва в течение 10 мин. восстанавливает низкое сопротивление, но мало влияет на пороги. Исходя из невозбудимости нерва после опыта на механические раздражения, я заключаю, что нерв потерял возбудимость в раздражаемом участке с момента установления порогов ниже 28 см, т. е. спустя 1 час. 30' от начала опыта. Если впоследствии 24—28 см давали эффект, то это несомненно в результате раздражения нормального дистального участка нерва петлями тока.

Итак, опыты показывают, что первоначальное изменение порогов раздражения на открытом воздухе или во влажной камере стоит в прямой связи с высыханием: увеличение наружного сопротивления приводит к усилению раздражающего действия тока на нервные волокна. Лишь при дальнейшем высыхании, когда начинают высыхать сами нервные волокна, изменение порогов должно стоять в связи с функциональным изменением нерва — сначала с повышением возбудимости, а затем с понижением его, как это бывает вообще при развитии парабיוза.

Далее, из опытов видно, что влажная камера не защищает тонкие нервы от полного высыхания — в течение 1—2 час. они высыхают до полной потери возбудимости. Толстые нервы сохраняют хорошую возбудимость за это время, но они не теряют возбудимости полностью в течение такого времени, даже когда они находятся на открытом воздухе без смачивания.

6. Влияние межполюсного расстояния на пороги раздражения.

Вообще известно, что пороги раздражения нерва зависят от межполюсного расстояния, что они тем ниже, чем больше межполюсное расстояние. Подробные сведения об этом явлении можно найти еще в руководстве Германа. Но в какой мере межполюсное расстояние влияет на пороги раздражения в обычных условиях применения индукционных ударов, об этом мне не приходилось встречать подробных сведений в литературе.

Я исследовал это на седалищном нерве. Прежде чем определять пороги с изменением межполюсного расстояния, я определял пороги при одном и том же межполюсном расстоянии в 1,5 мм вдоль того участка нерва — около одного сантиметра, который потом применялся для определения порогов с изменением межполюсного пространства. Седалищный нерв перерезывался в области тазобедренного сустава. Нитка не завязывалась. Нерв накладывался на электроды мягкой ки-

сточкой, смоченной в физиологическом растворе. При этом обращалось особое внимание, чтобы нерв не растягивался. Определение порогов начиналось с межполюсного расстояния в 0,5 мм или 0,7 мм и затем это расстояние увеличивалось каждый раз вдвое до 8 — 6 мм. Каждый раз нерв смачивался раствором Рингера и так набрасывался на электроды. Пороги определялись сейчас же в течение первой минуты, т. е. не давали нерву подсохнуть. В одних случаях передвигался дистальный полюс, в других, наоборот, — проксимальный. Но всегда перерезанный конец был на расстоянии более 3 мм от электродов. Перерезанный конец свободно висит на воздухе. Это очень важное обстоятельство. В случае прикосновения этого конца к бедру пороги становились значительно выше, благодаря ветвлению тока в замкнутом кругу со стороны бедра.

Результат получился следующий: при увеличении межполюсного расстояния от 0,5—0,7 до 1—1,5 мм пороги понижаются очень сильно, иной раз на 10 см. При дальнейшем увеличении до 2—3 мм пороги понижаются еще в некоторой мере на несколько см. Дальнейшее же увеличение не вело к понижению порогов. Они не менялись или даже в некоторых случаях повышались на несколько см (рис. 4А).

Итак, при изменении межполюсного расстояния от 0,5—0,7 до 1,5—3 мм наблюдается чувствительное изменение порогов.

Можно было думать, что это явление стоит в связи со своеобразным изменением внешнего сопротивления в межполюсном пространстве. При малом межполюсном расстоянии рингеровский раствор, поднимаясь около электродов, заполняет толстым слоем все межполюсное пространство. От этого электрический ток идет по внешнему сопротивлению в большей мере, чем при большом межполюсном пространстве, когда эти поднятия около электродов участка очень малы сравнительно с остальным межполюсным участком. Что это обстоятельство действительно играет роль, видно прежде всего из того, что при малом межполюсном расстоянии в 0,5—0,7 мм тщательное высушивание нерва ведет к значительному понижению порогов, иногда на 10 см. Для высушивания нерв снимался с электродов и прокатывался на фильтровальной бумаге или просто высушивался лигнином. При больших же расстояниях, наоборот, пороги повышаются, но незначительно — на несколько см. Кроме того указанным выше способом определялось сопротивление нерва в межполюсном пространстве разной длины. Оказалось, что только при изменении межполюсного расстояния от 0,5—0,7 до 1,5 мм происходит значительное нарастание сопротивления почти вдвое. В дальнейшем увеличении длины от 2 мм до 4 мм и затем до 8 мм сопротивление нарастает только на половину или на одну треть. Если же измерить сопротивление высушен-

ного снаружи нерва, то 1) сопротивление его всегда будет выше, чем влажного нерва при одном и том же межполюсном расстоянии, и 2) нарастание его с удлинением этого пространства происходит с самого начала одинаково, т. е. при увеличении расстояния вдвое сопротивление растет на $1/3-1/2$ (рис. 4-В).

Из сопоставления полученных результатов нужно заключить, что внешнее сопротивление в межполюсном пространстве имеет существенное значение в определении порогов раздражения. Нужно думать, что начальное понижение порогов с удлинением межполюсного расстояния увлажненного нерва зависит от того, что внешнее сопроти-

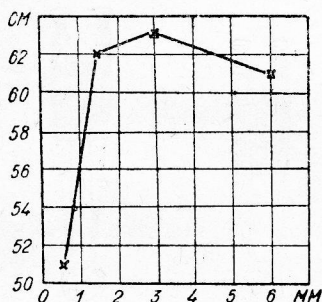


Рис. 4-А.

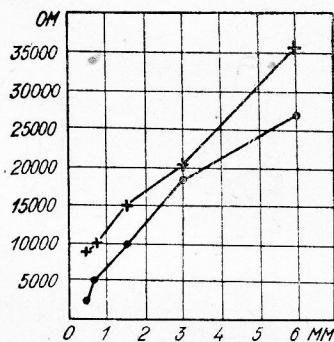


Рис. 4-В.

вление растет в большей мере, чем внутреннее. Это обуславливает по закону Ома увеличение силы тока по нервным волокнам, а значит и увеличение раздражающего действия. При дальнейшем увеличении межполюсного пространства увеличивается как внутреннее, так и внешнее сопротивление и затем устанавливается такое отношение между внешним и внутренним сопротивлением, что раздражающее действие или не меняется или даже падает.

Итак, изменение длины межполюсного пространства влияет на пороги раздражения. Но только в случае изменения в пределах от 0,5 до 2 мм это влияние имеет существенное значение. При изменениях же выше 2 мм до 8 мм пороги почти одни и те же. Есть основание предположить, что эти изменения порогов обуславливаются: 1) своеобразным увеличением внешнего и внутреннего сопротивления нерва и 2) своеобразным изменением соотношения между тем и другим сопротивлением.

7. Сравнение двухполюсных и трехполюсных электродов.

Как известно, в определенных случаях лаборатория Сеченова употребляла трехполюсные электроды, где наружные два конца со-

единены с анодом, а средний — с катодом (Вериго) (6), а Геринг предложил поместить обычные двухполюсные электроды в механическом кольце (5). Я много раз исследовал особенности этих электродов и кроме того еще один тип, сконструированный мной из трехполюсного электрода и кольца Геринга. А именно, один полюс — анод — соединяется с кольцом, а другой — катод — помещается в центре кольца. Этот тип я также считаю трехполюсным, ибо нерв касается кольца в двух местах. Все типы употребляемых мною электродов в своей даны на рис. 5.

Прежде всего важно решить вопрос, одинаковы ли пороги раздражения двухполюсных и трехполюсных электродов, и если нет, то почему.

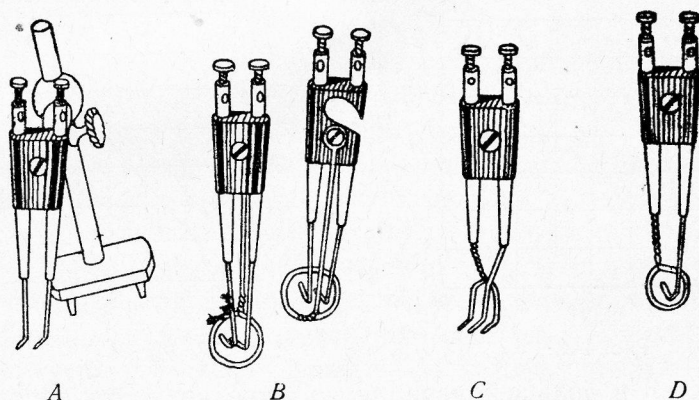


Рис. 5.

Опыты показали, что порог раздражения двигательного нерва двухполюсными электродами всегда значительно ниже, чем трехполюсными, приблизительно на 5—25 см. Кроме того эта разница неодинакова в связи с направлением размыкательных индукционных ударов. Вообще, когда нерв раздражается двухполюсными электродами, нисходящий ток дает эффект при более слабом раздражении, чем восходящий. Это разница на несколько сантиметров. В случае же раздражения трехполюсными электродами при нисходящем токе, вернее: когда катод на наружных полюсах, а анод в центре, — эффект получается при значительно более слабом раздражении, чем при восходящем токе, когда катод посередине. Для иллюстрации привожу протокол 5.

Протокол 5. 10-XI—1929. Пороги раздражения через двухполюсные и трёхполюсные электроды. В первичной цепи 2-вольтовый аккумулятор. Во вторичной цепи разные катушки: 3800, 8000 и 10 000 оборотов. Раздражается IX корешок. Межполюсное расстояние двухполюсных электродов в 1,5 мм, а в трехполюсных это же расстояние между средним и наружным полюсом.

Катушка	Двухполюсные электроды			Трехполюсные электроды		
	восходящ.	нисходящ.	разница	восходящ.	нисходящ.	разница
3800	43	45	2	31	40	9
8000	52	55	3	35	43	8
10 000	60	63	3	38	46	8

Прежде всего, почему такая большая разница в порогах раздражения при разных электродах? Здесь несомненно имеет значение сопротивление нерва. При употреблении трехполюсных электродов сопротивление нерва вдвое меньше, чем при двухполюсных электродах. Так, в одном опыте при трехполюсных электродах 20 000 омов, а сейчас после этого при двухполюсных электродах оно равнялось 46 000 омов.

В обоих случаях измерение производилось сейчас после смачивания нерва рингеровским раствором. При трехполюсных электродах ток распространяется по двум одинаковым отрезкам нерва. Сообразно с этим сила тока в каждом из этих отрезков должна быть вдвое меньше, чем при прохождении всего тока через один отрезок в двухполюсных электродах.

Это обстоятельство и должно являться причиной высоких порогов раздражения при трехполюсных электродах.

Далее, почему при трехполюсных электродах наблюдается большая разница в порогах раздражения восходящими и нисходящими токами? Прежде всего это могло быть от того, что когда нерв раздражается катодом на двух участках, при пороговых раздражениях общее число возбужденных волокон должно быть больше, чем в случае раздражения одного участка, именно, когда катод посредине, а анод на краях.

Двухполюсный электрод с кольцом Геринга по пороговым раздражениям не отличается от двухполюсных электродов. Это само собой понятно.

Трехполюсные же кольцевые электроды по существу не отличаются от трехполюсных электродов. И здесь ток переходит от одного полюса к другому через два отрезка. Когда кольцо — анод, раздражение происходит в одном участке, в центре, а когда оно — катод, раздражение происходит в двух участках нерва.

Итак, двухполюсные и трехполюсные электроды в отношении порогов раздражения значительно отличаются друг от друга: раздражающее действие первых значительно выше вторых.

Выводы.

Мы предприняли обследование обычных лабораторных методов пользования индукционным током в качестве раздражителя. Были получены старые и новые результаты, которые имеют чрезвычайно большое практическое значение.

1. Индукторий Дюбуа-Реймона при всех прочих равных условиях действует раздражающим образом тем сильнее, чем больше число оборотов во вторичной цепи. Но довольно большая разница в числе оборотов (3800, 8000 и 10 000) обуславливает очень небольшую разницу в порогах раздражения (40—60 см расстояние катушек). Следовательно, если нерв почему-либо при больших расстояниях катушек не дает эффекта, то этого нельзя приписать тому, что катушка слабая.

2. Точно также не имеет существенного значения, какой источник электричества находится в первичной цепи: элемент Грене, один или два аккумулятора. Пороги нерва раздражения любого нерва при пользовании элементом Грене лишь на несколько см выше, чем при пользовании аккумуляторами в два или 4 вольта.

3. Пороговое раздражение тонких нервов с большим сопротивлением всегда значительно меньше, чем толстых нервов, имеющих тем меньше сопротивление нерва, чем они толще. Для понимания этого явления следует отличать наружное сопротивление нерва, обуславливаемое степенью увлажнения поверхности нерва рингеровским раствором и внутреннее сопротивление нерва, т. е. нервных волокон вместе с сосудистыми и соединительными прослойками между ними. Так как при равной степени увлажнения наружное сопротивление тонкого нерва будет всегда выше, чем толстого, то потому при раздражении на долю нервных волокон тонкого нерва будет приходится больше тока, чем толстого нерва.

4. Наличие сосудистой или иной ткани по поверхности нерва, благодаря содержанию электролита (кровь, лимфа, раствор Рингера), приводит к понижению наружного сопротивления нерва и соответственно к повышению порогов. Наоборот, высыхание поверхности нерва приводит к повышению наружного сопротивления и параллельно к понижению порогов раздражения. Следовательно, изменение порогов раздражения в связи с увлажнением и высыханием не зависит исключительно от изменения функционального состояния нервных волокон.

5. При длительном высыхании разовое увлажнение снаружи в первое время возвращает сопротивление и порог раздражения к норме. При дальнейшем высыхании для восстановления нормы требуется длительное погружение нерва в рингеровский раствор на несколько минут. Следовательно, только первоначальное изменение порогов раз-

дражения зависит просто от увеличения наружного сопротивления. Дальнейшее понижение порогов также должно зависеть от изменения функционального состояния нервных волокон (провизорная стадия парабииоза).

6. Высыхание нерва происходит при любой комнатной температуре. Помещение нерва во влажную камеру только задерживает высыхание, но не устраняет его полностью. Даже во влажной камере уже в течение первых минут наблюдается заметное повышение сопротивления, а в связи с этим и заметное понижение порогов раздражения. Следовательно, при работе с нервом, когда он находится на открытом воздухе, необходимо увлажнять его перед каждым раздражением, но следует смачивать его временами и в том случае, когда он помещен в хорошо увлажненной камере.

7. Тонкие нервы высыхают снаружи и внутри гораздо быстрее, чем толстые. Толстые нервы диаметром около 1 мм даже без влажной камеры сохраняют возбудимость в течение нескольких часов при непрерывном повышении сопротивления. Тонкий нерв около 0,15—0,2 мм совершенно теряет возбудимость в течение 1—3 часов даже во влажной камере.

8. С удлинением межполюсного пространства от 0,5—0,7 до 2—3 мм раздражающее действие индукционных ударов растет. При дальнейшем увеличении до 6—8 мм сначала пороги — раздражающее действие не меняется, а затем даже немного ослабевает. Это повидимому стоит в связи главным образом со своеобразным изменением внешнего сопротивления нерва и в особенности соотношения между ними.

9. Применяемые в некоторых случаях трехполюсные электроды характеризуются тем, что через них пороговые раздражения всегда значительно сильнее, чем через двухполюсные, особенно в том случае, если катод находится в середине. Сконструированные мною кольцевые электроды — один полюс соединен с кольцом, а другой полюс помещен в центре кольца — обладают тем же свойством, как означенные трехполюсные электроды. Это повидимому обусловливается тем, что в трехполюсных и кольцевых электродах на каждый межполюсный участок приходится вдвое меньше силы тока, чем в двухполюсных.

Поступило в Редакцию
3 декабря 1929 г.

Объяснения к рисункам.

Рис. 1. Опыт 29-V — 1929. Кривая изменения порогов раздражения тонких нервов VIII корешок левой и правой стороны) во влажной камере. Спинномозговая лягушка.

Левый корешок периодически смачивается рингеровским раствором через каждые 5 минут. Смачивание происходит без открытия камеры через маленькую дырку в крышке. Правый корешок не смачивается вовсе. Дырка обычно закрыта. Камера сильно увлажнена путем обклеивания крышки и двух стенок мокрой фильтровальной бумагой. Все щели на дне и на крышке заткнуты той же бумагой. Внутри камеры термометр и он показывает 22,5°. Толщина обоих корешков 0,3 мм.

На абсциссе обозначено время опыта, а на ординате сила раздражения в сантиметрах расстояния катушек. •—•—• кривая изменения порогов нерва, который смачивается; о—о—о—о кривая другого корешка без смачивания. Раздражение происходит одной и той же катушкой.

Рис. 2. Опыт 17-V*—1929. Кривая изменения порогов раздражения тонкого VIII корешка из седалищного сплетения в связи с высыханием и смачиванием. На абсциссе обозначено время опыта, а на ординате порог раздражения в сантиметрах. Моменты смачивания обозначаются на кривой. Первоначально препарат находится во влажной камере, а в конце опыта камера удалена.

Рис. 3. Опыт 18-V—1929. Изменение сопротивления и порогов раздражения в связи с высыханием и смачиванием нерва во влажной камере. Камера герметически закрыта и внутри сильно увлажнена: крышка и одна стенка покрыта мокрой фильтровальной бумагой. Остальные стенки также обрызганы водой. Во время опыта камера не открывалась. В третьем часу нерв был смочен рингеровским раствором: кисточка с раствором была введена в камеру через дырку и была приложена к нерву на 10 минут. В камере находится спинномозговой препарат. Раздражается VIII корешок толщиной в 2,5 мм. Центральный конец перерезан и свободно висит на воздухе. От места перерезки до электродов 4 мм.

На абсциссе обозначено время опыта, а на ординате количество омов для кривой сопротивления (I) и расстояние катушек в сантиметрах для кривой раздражения (II).

После 4-часового опыта влажная камера была открыта. Оказалось, что нерв совершенно высох и потемнел. При механическом раздражении нерва на электродах и центрально от них не было эффекта. Эффект был от прикосновения к нерву на 2 мм периферически от электродов, т. е. от раздражения того участка, который еще не высох благодаря смачиванию от ближайшей тканевой жидкости.

Рис. 4. Седалищный нерв лягушки. Рис. А дает кривую изменения порогов раздражения увлажненного рингеровским раствором нерва в зависимости от длины межполюсного расстояния в одном из опытов. На абсциссе отложено межполюсное пространство в мм, а на ординате расстояние катушек индуктория — в см. Рис. В дает кривые изменения сопротивления с удлинением межполюсного пространства: кривая ×—×—× для нерва, высушенного снаружи лигнином, а кривая о—о—о для увлажненного рингеровским раствором. На абсциссе отложено межполюсное расстояние в мм, а на ординате — сопротивление в омах.

Рис. 5. Электроды для раздражения нервов лягушки. А — обычные двухполюсные электроды; В — двухполюсные электроды с кольцом; С — трехполюсные электроды; D — кольцевые трехполюсные электроды.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Du-Bois-Reymond E. Untersuch. üb. tier. Elektr. Bd. 2, 1 Teil., 393. 1847 —
2. Hermann K. Handbuch. d. Physiol. Bd. 2, 1 Teil. 1879. — 3. Гинецинский А. Нехорошев Н. и М. Тетяева. Русск. физиол. журн. 10, 489. 1927. — 4. Hartman Fr. A., Jay J. Ewans, B. T. Malachowski a. L. M. Michalek. Amer. Jour. of Physiol. 85, 99. 1928. — 5. Pereles u. Sachs. Pflügers Arch. 52. 1892. — 6. Werigo W. Pflügers Arch. 76, 517. 1899. — 7. Cremer M. Hagel's Handb. d. Physiol. 4, 916. 1909.

ZUR METHODIK DER REIZUNG DURCH INDUKTIONSSCHLÄGE.

*Mitteilung I.**I. Beritoff.*

Aus dem physiologischen Laboratorium der Staatsuniversität zu Tiflis.

Wir unternahmen eine Prüfung der üblichen Laboratoriumsmethoden der Anwendung von Induktionsströmen als Reizmittel. Es wurden dabei alte und neue Ergebnisse erzielt, die eine überaus grosse praktische Bedeutung für junge Physiologen haben.

1. Das Induktorium von Du-Bois-Reymond wirkt bei sonst gleichen Bedingungen umso stärker, je mehr Windungen die Sekundärspule hat. Jedoch bei einer Reizung der Nerven eines Frosches hat der Unterschied in der Zahl der Windungen, sogar ein sehr grosser, keine wesentliche Bedeutung. Die Reizschwellen frischer Nerven des Frosches sind bei Verwendung von Spulen von 3800, 8000 und 10000 Windungen verschieden, jedoch im ganzen niedrig — 40 — 60 *cm* Rollenabstand. Gibt folglich der Nerv aus irgend welchem Grunde bei einem grossen Rollenabstande keinen Effekt, so kann das nicht dem Umstande zugeschrieben werden, dass das Induktorium schwach ist.

2. Desgleichen ist von unwesentlicher Bedeutung die Stromquelle — ob es ein Element Grené oder ein Akkumulator mit ein oder zwei Zellen verwendet wird. Bei Verwendung eines Grené'schen Elementes sind die Reizschwellen nur um einige *cm* höher, als bei Verwendung eines Akkumulators mit einer oder zwei Zellen.

3. Bei einer Reizung durch Induktionsströme ist der Widerstand des Nerven von ganz besonderer Bedeutung. Die Reizschwelle dünner Nerven mit grossem Widerstand ist immer erheblich niedriger als diejenige dicker Nerven, die einen umso geringeren Widerstand leisten, je dicker sie sind. Um diese Erscheinung zu verstehen, muss man den durch die Befeuchtung der Nervenoberfläche mit der Ringerlösung bedingten äusseren Widerstand vom inneren Widerstand des Nerven d. h. der

Nervenfasern nebst den Gefäss- und Bindegewebezweischenschichtungen unterscheiden. Da bei gleicher Befeuchtung der äussere Widerstand eines dünnen Nerven stets höher ist, als eines dicken, so kommt bei einer Reizung auf die Nervenfasern des dünnen Nerven mehr Strom, als auf diejenigen des dicken Nerven.

4. Das Vorhandensein auf der Oberfläche des Nerven eines Gefäss- oder anderen Gewebes führt infolge eines Gehalts an Elektrolyten (Blut, Lymphe, Ringerlösung) zur Verminderung des äusseren Widerstandes des Nerven und dementsprechend zur Steigerung der Schwellen. Umgekehrt, das Austrocknen der Nervenoberfläche führt zu einer Steigerung des äusseren Widerstandes und entsprechend zu einer Verminderung der Reizschwellen der Nervenfasern. Folglich hängt eine Veränderung der Reizschwellen in Verbindung mit dem Feuchtwerden und Austrocknen des Nerven nicht ausschliesslich von der Veränderung des funktionellen Zustandes des Nerven ab.

5. Bei einem Trockenwerden führt ein einmaliges äusseres Befeuchten den Widerstand und die Reizschwellen anfänglich zur Norm zurück. Bei weiterem Trockenwerden findet solches jedoch nicht statt. Dazu ist ein anhaltendes Eintauchen des Nerven in Ringerlösung erforderlich. Folglich hängt nur die anläugliche Veränderung der Reizschwellen einfach von der Steigerung des äusseren Widerstandes ab. Die weitere Verminderung der Schwellen jedoch muss von einer Veränderung des funktionellen Zustandes der Nervenfasern abhängen (provisorisches Stadium der Parabiose).

6. Das Eintrocknen des Nerven geschieht bei jeglicher Zimmertemperatur. Wird der Nerv in eine feuchte Kammer gebracht, so bewirkt dies nur eine Verlangsamung des Trockenwerdens, beseitigt dies aber nicht vollkommen. Sogar beim Verweilen in einer feuchten Kammer ist bereits im Verlauf einiger Minuten eine merkliche Steigerung des Widerstandes zu beobachten, und in Verbindung damit eine merkliche Verminderung der Reizschwellen. Folglich muss bei der Arbeit mit einem Nerven im Freien dieser vor der Reizung unbedingt befeuchtet werden; auch muss er in dem Fall von Zeit zu Zeit befeuchtet werden, wenn er sich in einer gut befeuchteten Kammer befindet.

7. Dünne Nerven trocknen innerlich und äusserlich viel rascher aus, als dicke. Dicke Nerven mit einem Durchmesser von etwa 1 mm behalten sogar in einem nicht feuchten Raume die Erregbarkeit im Verlauf von einigen Stunden bei. Ein dünner Nerv von 0,15—0,2 mm verliert seine Erregbarkeit vollkommen im Verlauf von 1—2 Stunden sogar in einer feuchten Kammer. Folglich darf ein solch dünner Nerv, wie der sympathische Grenzstrang eines Frosches, nicht ohne zeitweilige Benetzung sogar in einer feuchten Kammer bleiben.

8. Mit der Verlängerung der interpolaren Strecke von 0,5—0,7 *mm* bis 2—3 *mm* nimmt die reizende Wirkung der Induktionsströme zu. Bei weiterer Vergrößerung der durchflossenen Strecke bis 6—8 *mm* bleibt die Reizwirkung auf demselben hohen Niveau oder nimmt etwas ab. Das wird bedingt unter anderem durch die eigentümliche Veränderung des äusseren und inneren Widerstandes des Nerven, insbesondere durch das Verhältnis zwischen ihnen.

9. Für die Anwendung in einigen Fällen dreipoliger Elektroden (Abb. 5—C) ist bezeichnend, dass durch sie die Reizschwellen stets beträchtlich höher sind, als durch zweipolige, insbesondere in dem Fall, wenn die Kathode sich in der Mitte befindet. Die von mir angefertigten ringförmigen Elektroden — der eine Pol ist mit dem Ring verbunden, der andere befindet sich im Zentrum des Ringes (Abb. 5—D) — besitzen dieselben Eigenschaften, wie eine dreipolige Elektrode. Dies ist wahrscheinlich dadurch bedingt, dass bei dreipoligen und ringförmigen Elektroden auf jeden Abschnitt zwischen den Polen eine doppelt so kleine Stromstärke kommt, als bei zweipoligen.

К МЕТОДИКЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМИ УДАРАМИ.

*Сообщение II.**И. Беритов.*

Из физиологической лаборатории Тифлисского гос. университета.

1. Повреждающее действие сильных индукционных ударов.

Давно известно, что сильные индукционные удары вызывают повреждение живой ткани [Введенский (2), Герман (3)]. Были даже произведены Введенским и Воронцовым специальные исследования парабиотического действия сильных индукционных ударов на нерв. Так, Воронцов (1) вызывал парабиотическое состояние седалищного нерва лягушки, раздражая его при 10—11 см. Но это было в лаборатории Н. Введенского. В других лабораториях применяли и применяют более сильные токи, однако это не возбуждало никаких подозрений насчет их повреждающего действия. Конечно, это нельзя объяснить тем, что в этих лабораториях применяются более слабые катушки. Фактически таких катушек нет ни в одной физиологической лаборатории. Везде пользуются такими индукторами Дюбуа-Реймона, у которых во вторичной катушке число оборотов не меньше 5000. Мы уже видели в I сообщении, что уже катушка в 3800 оборотов очень мало отличается по своему физиологическому эффекту от катушки в 10000 оборотов.

Я специально исследовал повреждающее действие сильных раздражений на разные нервы, применяя сравнительно слабый индуктор с 5000 оборотов во вторичной катушке. В первичной цепи я брал как аккумулятор, так и элемент Грене. Были испытаны все корешки седалищного сплетения, тонкие нервы из грудной области, блуждающий и симпатический нервы. Результаты были одинаковы. Все эти нервы приходят при некоторых силах раздражения с продолжительностью около 1 мин. в состояние парабиоза, т. е. после перераздражения возбудимость падает, пороги раздражения повышаются.

Но в течение нескольких или многих минут это состояние проходит, возбудимость возвращается к норме. Что это изменение возбудимости не обусловлено утомлением рабочего органа (мышца, сердце, кровеносные сосуды), видно из того, что путем определения порогов дистально от перераздраженного участка мы не находим падения возбудимости или уменьшения интенсивности периферического эффекта.

Но если сила раздражения достаточно большая, тогда в перераздраженном участке возбудимость пропадает окончательно. Не только сравнительно слабые раздражения перераздраженного участка не дают эффекта, но и повторение того же самого сильного раздражения. С течением времени восстановление не наступает. Правда, при испытании сравнительно сильных раздражений спустя некоторое время после перераздражения можно получить некоторый эффект от перераздраженного участка. Но это происходит от раздражающего действия петель тока на соседний неповрежденный участок нерва. Это видно из того, что при приложении тех же сил к нерву центрально от перераздраженного участка эффекта не бывает, так как петли тока не достигают нормального участка ниже перераздраженного.

Чем толще нерв, тем сильнее должен быть ток, чтобы вызвать паралич или умерщвление. Для тонких нервов как нервный корешок седалищного сплетения или грудные нервы, или симпатический ствол, толщина которых не более 0,15—0,25 мм, заметное параличическое состояние наступает уже при 12—15 см, а полное умерщвление наблюдается при применении 10—8 см в течение одной минуты. Толстые же нервы как IX и X корешки, с толщиной 0,7—0,8 мм, впадают в параличическое состояние при 10—12 см, а умирают при 8 см и ниже.

Для иллюстрации повреждающего действия сильных раздражений на двигательные нервы привожу протокол 1.

Протокол 1. Опыт 3-XII-1928. Раздражается VII нерв (из грудной области) толщиной 0,20 мм (первая часть) и IX нерв (из седалищного сплетения) толщиной 0,8 мм (вторая часть). Двухполюсные электроды с межполюсным расстоянием 1,5 мм. Вторичная катушка в 5000 оборотов. Элемент Грене 1,8—1,7 вольта во время раздражения. Частота раздражения 70—80 в 1".

В первом случае наблюдаются мышцы брюшной стенки, а во втором — мышцы задней конечности. (См. табл. на 444 стр.).

Но, как видно из протокола, и при частичном повреждении порог не восстанавливается полностью. Нужно предположить, что при сравнительно сильных раздражениях повреждаются все нервные волокна, и в этом случае в раздраженном участке нет тенденции к восстановлению порогов вообще. При не очень же сильном раздражении окончательно повреждаются только поверхностно лежащие волокна,

на которых электрический ток действует наиболее сильно. Глубоко лежащие волокна, по которым ток проходит с малой интенсивностью или не повреждаются вовсе или только приходят в парабитическое

VII				IX		
Время	Пороги раз- драж. центр. от перераздра- женн. участка в с.м.	Пороги раз- драж. пере- раздраженн. участка в с.м.	Пороги раз- драж. дист. от перераздраж. участка в с.м.	Время	Пороги пере- раздраженн. участка в с.м.	Пороги дист. от перераздра- женн. участка в с.м.
11 ч. 32'	—	50	—	12 ч. 09'	36—36	—
11 „ 34'	—	—	48	12 „ 10'	—	35—36
11 ч. 35-36'	—	Минутн. раз- драж. при 12 с.м.	—	12 „ 12	Минутн. раздраж. при 10 с.м.	—
11 ч. 37'	—	30	—	12 „ 16'	25	—
11 „ 42'	—	32	—	12 „ 17'	—	35
11 „ 43'	—	10	43	12 „ 44'	27	—
11 „ 50'	—	Минутн. раз- драж. при 10 с.м.	—	12 „ 45'	—	34—35
Новый препарат						
11 „ 52'	—	21	—	1 ч. 18'	53	—
12 „ 04'	16	—	—	1 „ 19'	—	55
12 „ 06'	—	—	43	1 „ 20'	Минутн. раздраж. при 12 с.м.	—
12 „ 34'	11	—	—	1 „ 21'	37	—
12 „ 35'	—	—	43	1 „ 35'	38	—
				1 „ 40'	—	48,5
				1 „ 50'	44	—

состояние. В раздражаемом участке прежние пороги не могут восстановиться потому, что слабые пороговые раздражения, действуя только на поверхностно лежащие волокна, не в состоянии их возбудить благодаря их повреждению — умерщвлению. Для возбуждения же глубоко лежащих слоев нужно более сильное раздражение.

Аналогичные результаты были получены при испытании действия сильных токов на симпатический ствол. В протоколе 2 приводится результат одного опыта.

Протокол 2. Опыт 19-XII—1928. Раздражается симпатический столб на уровне седалищного сплетения выше п. communicantes VIII корешка. Центральный конец перерезан. Электроды трехполюсные с катодом по середине. Наблюдается под микроскопом кровообращение плавательной перепонки. В первичной цепи — элемент Грене — 1,9 вольта. Число оборотов во вторичной катушке 5000. Лягушка находилась в комнате при 19° в течение нескольких дней. (См. табл. на 445 стр.)

Как видно в протоколе, после каждого сильного раздражения, пороги раздражения сильно падают. Для того, чтобы вызвать полную остановку кровообращения в лапке после каждого сильного раздра-

жения, 12—10 см пороговые и умеренной силы раздражения не производят остановки, очевидно, благодаря умерщвлению нерва в раздражаемом участке. Нужно брать более сильное раздражение, чтобы

Время	Порог раз- драж. в см	Продолж. раздраж.	Характер реакции
3 ч. 35'	40	45''	Через 15' замедление, через 30'' полная остановка. Полное восстановление после раздражения через 4 мин.
3 „ 40'	50	1'	Нет реакции
3 „ 44'	45	1'20''	Замедление в мелких сосудах и капиллярных спуска 40—45''. Но восстанавливается еще во время раздражения
3 „ 53'	35	1'	Сначала сильное замедление, затем остановка во всех сосудах
3 „ 55'	Минутн. раздраж. при 12 см		Через 10'' замедлен., через 20—25'' полная остановка. Остановка длится 3', затем восстановление.
4 „ 06'	20	1'	Нет реакции
4 „ 10'	15	40-45''	Замедление в мелких сосудах через 20—30'', затем остановка. Восстановление через 1—2'
4 „ 14'	Минутн. раздраж. при 10 см		Замедление на 20'', остановка на 25—30''. Через 1—1,6' восстановление
4 „ 17'	15	1'	Замедление через 30'', но восстанавливается сейчас же после раздражения
4 „ 21'	12	1'	Нет реакции
4 „ 24'	9	30''	На 20'' замедление, а на 30'' полная остановка

петлями тока вызвать возбуждение соседних нормальных участков.

Следует обратить внимание на то, что порог раздражения симпатического ствола 45 см. В это самое время порог раздражения корешков седалищного сплетения тоже около этого. Очевидно, порог раздражения хорошо функционирующего симпатического нерва по существу не ниже порогов двигательного нерва. Сильно влияет на порог раздражения наличие побочных тканей. При наличии сосудистой пленки порог оказывается около 20 см и ниже.

Такой же опыт был произведен над блуждающим нервом. Работа сердца записывалась по способу Энгельмана. Порог торможения сердца был не ниже 20 см. Раздражение 10—8 см вызывало повреждение нерва. Это проявлялось очень демонстративно. При порогах около 20 см умеренное раздражение 15—13 см производило длительную остановку. Если раздражение продолжать 4—5 мин., то остановка продолжалась столько же времени. В то время как при сильных раздражениях 10—8 см остановка происходила на короткое время, ритмическая деятельность сердца восстанавливалась еще во время раздражения в течение одной минуты. После этого раздра-

жение при 15—13 см уже не давало остановки. Но если передвинуть электроды дистально на неповрежденный участок нерва, тогда вновь получалась остановка. Очевидно, при сильных раздражениях в перераздраженном участке произошло повреждение. Следовательно, быстрое восстановление деятельности во время таких раздражений обуславливается не утомлением, а повреждением.

Из приведенных опытов видно, между прочим, что умерщвляющее действие индукционных ударов не зависит от порогов раздражения, подобно тому как по Воронцову парабиотическое действие их не зависит от них. Пороги определяются прежде всего состоянием нерва, повреждающее же действие зависит от силы тока. Порог раздражения блуждающего нерва 15—20 см, а толстых двигательных нервов лягушки 35—50 см. Между тем повреждающее действие тока наблюдается в обоих нервах при 12—8 см. Точно также из этих опытов видно, что умерщвляющее действие индукционных ударов не зависит от рода нервов. Симпатический и церебро-спинальный нервы одинаково умерщвляются при 10—8 см.

Итак, нашими опытами доказывается, что применением значительной силы раздражения 12—8 см (слабый индукторий Дю-Буа-Реймона) повреждается и даже умерщвляется раздражаемый участок любого нерва лягушки целиком или частично. При этом не имеет существенного значения порог раздражения: при самых разных порогах наблюдается умерщвляющее действие тока с силой в 10—8 см.

2. Внеполюсное распространение тока по тканям при двухполюсных электродах.

В физиологической практике условия внеполюсного распространения тока более или менее известны. Однако, я не знаю ни одной такой работы, которая была бы посвящена всестороннему изучению этого чрезвычайно важного методического недостатка электрического раздражителя. В этом вопросе следует отличить два момента: во-первых, определение внешних условий внеполюсного распространения тока, во-вторых, его теоретическое понимание в данных условиях. Моя главная задача заключается в точном определении условий; что же касается теоретического освещения, я даю его в тех случаях, где оно казалось мне достаточно вероятным. При этом я считаю излишним приводить подробную литературную справку. Для этой цели можно порекомендовать статью Гартена (Garten): *Hand. d. physiol. Methodik*, Bd. 2, H. II, S. 317.

Внеполюсное распространение тока изучалось мной главным образом на седалищном сплетении.

Случай А. Один из корешков поднят на электроды, перерезан на месте слияния с другими корешками и обрезанный конец приложен к тому же месту седалищного сплетения или плотно привязан к нему ниткой. Другой конец корешка перерезан при выходе из позвоночника и плотно прилегает здесь же к ткани. Таким образом возбуждение не может выйти из пределов данного корешка. Остальные корешки перерезаны только при выходе из позвоночника. Они плотно прилегают к задней стенке. Описанное положение электродов дано на рис. 1, А. Электрический ток имеет возможность распространяться как через межполюсное расстояние, так и по побочной замкнутой цепи, образуемой поднятым на электроды корешком и остальными корешками. Эта цепь представляет громадное сопротивление. Потому при слабых раздражениях ток не пойдет с такой силой, чтобы вызвать возбуждение нервов в этой цепи, но при больших силах последнее должно иметь место. При наших условиях это происходило при 10—12 см расстояния катушек (см. протокол 3).

Протокол 3. 10-XI—1929. Ветвление тока в случае образования нервами побочной замкнутой цепи. Раздражается тонкий VIII корешок. Двухполюсные электроды. В первичной цепи двухвольтовый аккумулятор. Во вторичной цепи число оборотов 3800, 8000 и 10 000 оборотов. Определение порогов раздражающего действия на побочную цепь нервов происходит сейчас же после смачивания нерва.

Число оборотов катушки	Нисходящ. ток пороги в см	Восходящ. ток пороги в см
3800	10	9
8000	11,5	10,5
10000	12	11

Как видно из протокола, уже при наиболее слабой катушке в 3800 оборотов ветвление тока довольно сильное. С увеличением числа оборотов ветвление тока усиливается, но очень мало. Так, при увеличении числа оборотов от 3800 до 10 000 сила раздражения была ослаблена на 2 см от 10—9 см до 11—12 см. Оно имеет место всякий раз при раздражении неперерезанных нервов, напр., при раздражении погруженными электродами Л ю д в и г а.

Случай В. На электроды положен один из корешков, который перерезан с обеих сторон на некотором расстоянии от электродов. Периферический конец связан с седалищным сплетением, а центральный висит на воздухе. Остальные корешки плотно прилегают к задней стенке. Это положение электрода дано на рис. 1, В.

В этом случае ветвление тока отсутствует. Но деятельное внеполюсное распространение тока не исключается. При пользовании катушки в 3800—8000 оборотов не наблюдается совсем перехода тока от раздражаемого корешка на другие. Но если вторичная катушка

еще более сильная, в 10 000 оборотов, в особенности если раздражаемый нерв обладает большим сопротивлением в силу высыхания или малой толщины, и затем, если направление тока нисходящее, тогда можно наблюдать деятельное влияние тока на другие корешки. Это явление хорошо известно под названием физического электротона или петель тока и связывают его с поляризацией нерва между внутренней и наружной стороной соединительнотканых оболочек аксонов и самого нервного ствола. Конечно, чем ближе электроды по пути раздражаемого корешка к седалищному сплетению, тем сильнее действие петель тока на сплетение.

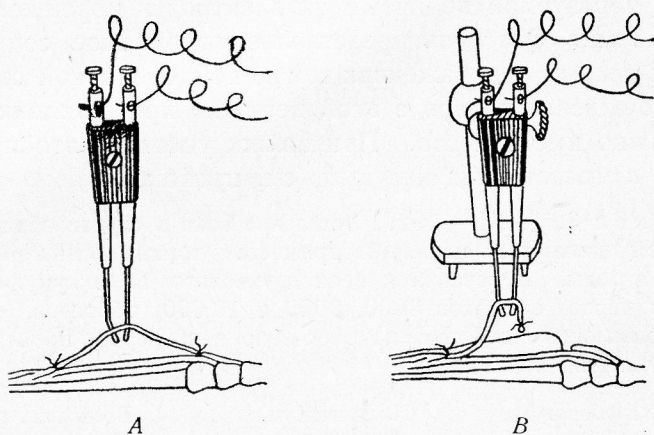


Рис. 1.

Случай С. Те же условия, как в случае В. Только кроме раздражаемого корешка поднят еще другой корешок на воздух электродами (электроды без проводов) или каким-либо другим предметом, так, чтобы образовалась здесь замкнутая цепь. Это положение электродов дано на рис. 2, А.

Теперь раздражение даст эффект в обоих направлениях, но всегда сильнее в нисходящем направлении, чем в восходящем. Электрический ток распространяется вдоль по раздражаемому нерву, достигает седалищного сплетения и, замыкаясь со значительной интенсивностью через поднятый на воздух корешок, производит его раздражение. Когда корешки прилегают к задней стенке, тот же ток не в состоянии раздражать их, ибо он ветвится по рингеровской жидкости, прикрывающей здесь все нервы и мышцы. Это явление известно как униполярное действие (см. протокол 4).

Протокол 4. 13-XI—1928. Униполярное действие тока на близлежащий нерв, образующий замкнутую цепь. Раздражается VIII корешок. На месте присоединения к седалищному сплетению он обрезан и плотно прилегает к тому

же месту. Другой конец также перерезан. Свободный периферический конец висит на воздухе. Вторичная катушка 8000 оборотов; в первичной цепи — 1 аккумулятор. Корешок IX поднят на двухполюсных электродах, но последние не соединены с катушкой и вообще без проводов. Расстояние между обеими парами электродов вдоль по нервам около 20 мм.

Время	Восхо- дящ. ток	Нисхо- дящ. ток	П р и м е ч а н и е
1 ч. 27'	5	9	Нерв смачивался перед опытом
1 „ 32'	5	9	Нерв смачивался
1 „ 39'	8	10	Нерв не смачивался перед опытом
1 „ 42'	VIII корешок снят с электродов. Но электроды остаются на месте; его полюсы отстоят от седалищного сплетения на расстоянии 3—5 мм. IX корешок также снят с электродов. Последние электроды удалены		
1 „ 43'	—	—	Нет эффектов при пропускании тока через воздух ни при каких силах
1 „ 44'	IX корешок вновь положен на другую пару электродов		
1 „ 45'	—	—	Нет эффектов при пропускании тока через воздух в первой паре электродов
1 „ 46'	VIII корешок вновь положен на первую пару электродов		
1 „ 47'	7	8	

Итак, электрический ток от раздражаемого участка, распространяясь вдоль по нерву, достигает приподнятого нерва и, замыкаясь через него путем ответвления, производит его раздражение.

Хорошо известно, что униполярному действию сильно благоприятствует соединение препарата с землей хорошим проводником. Как было показано в работе Вацадзе (6), не только соединение с землей, но и прикосновение к препарату металлическим предметом, напр. финдером, благоприятствует ему. Очень благоприятные условия для униполярного действия создаются при соединении какого-либо другого нерва с катушкой. В этом случае пороги раздражения униполярными токами понижаются на несколько см.

Случай D. Те же условия, как в случае C. Только второй корешок, поднятый на воздух, был обрезан с центральной стороны и не образовывал замкнутой цепи (рис. 2, B).

Электрический ток не может замкнуться через другой корешок. Поэтому он не раздражается ни при каких силах тока, ибо ток, достигший по нерву брюшной стенки, где лежит седалищное сплетение, ветвится здесь через все ткани и жидкости и потому не в состоянии возбудить нервы седалищного сплетения. Но если еще до присоединения к сплетению первый корешок касается второго, т. е. на воздухе, тогда как этот униполярный ток, так и петли тока в состоянии

действовать на него, ибо они будут ветвиться через второй корешок со значительной силой еще раньше достижения брюшной стенки.

Случай Е. Тонкий VIII корешок или симпатический ствол выпрепарирован по всей длине на одной стороне. Центральный конец нерва, будучи перерезан, связан ниткой с седалищным сплетением другой стороны. В случае употребления VIII корешка последний перерезан также у места слияния с седалищным сплетением соответствующей стороны и этот конец привязан к этому же сплетению. Затем нерв укладывается на двухполюсные электроды. Положение электродов такое же, как в случае А. Если электроды находятся по-

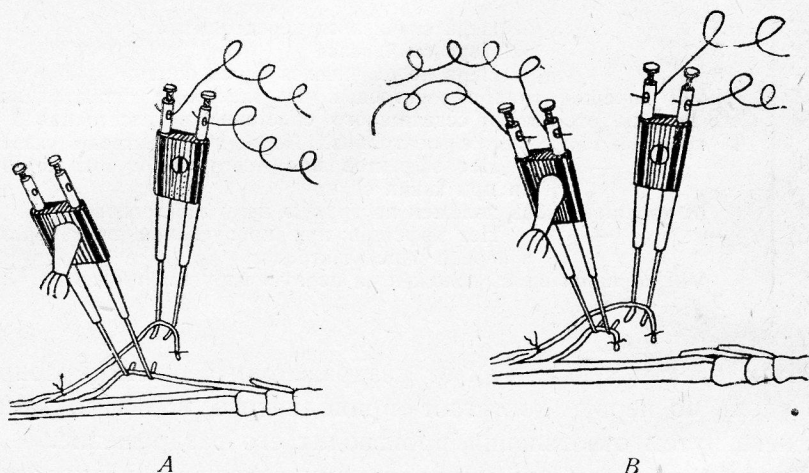


Рис. 2.

середине, то раздражающее действие ветвящегося тока на стороне катода сильнее, примерно это происходит при 10—12 см, а на другой стороне при 8—10 см. Если электроды передвинуть в одну сторону, напр., приблизить к правому седалищному сплетению, тогда разница в силе раздражающего тока будет еще больше в случае нахождения катода на правой стороне. Но когда катод находится на противоположной стороне, тогда наоборот разница исчезает. В этом опыте усиление раздражающего действия с передвижением катода связано с присоединением петель тока к ветвящемуся току. Этим собственно объясняется то, что раздражающее действие тока зависит, во-первых, от направления тока: оно сильнее на стороне катода, и во-вторых, от расстояния: оно тем сильнее, чем меньше расстояние между ними.

Опыт изучения ветвления тока в последнем случае был произведен Некрасовым (4) в лаборатории Л. Ухтомского. Но он не дает выводов насчет значения направления тока в его раздражающем действии на ту или другую сторону.

Во всех приведенных случаях одновременно действуют два фактора внеполюсного действия: образование петель тока благодаря поляризации нервного ствола, действие которого распространяется на довольно ограниченный участок нерва, главным образом со стороны катода, и униполярное действие, т. е. распространение тока по нерву и близлежащим тканям как по проводнику. К этим двум факторам иногда присоединяется еще одно внеполюсное действие в силу ветвления тока в побочной цепи, в случае если какой-либо нерв образует побочную цепь с раздражаемым нервом. Но в определенных случаях можно отделить точно также петли тока от униполярного действия. Так, если нерв наложен на один полюс электродов, причем свободный конец нерва висит на воздухе, тогда петли тока отсутствуют. Но имеется униполярное действие, которое одинаково хорошо действует при 10—8 см в любом направлении тока.

3. Внеполюсное распространение тока через воздух.

Выше мы имели дело с внеполюсным распространением тока по нервам и блуждающим тканям. Но от раздражающих электродов индукционный ток распространяется также через воздух. В определенных условиях таким путем распространенный ток может оказаться чрезвычайно сильным раздражителем других нервов, а именно когда происходит одновременное раздражение двух нервов двумя индукториями. Положим, на одной паре электродов лежит один корешок одного седалищного сплетения, а на другой паре другой корешок из другого сплетения. Раздражая один корешок при расстоянии катушек 10—12 см, можно наблюдать сокращение на другой лапе от возбуждения другого корешка. Этот случай хорошо был известен в лаборатории Н. Е. Введенского. При раздражении двух нервов с двумя катушками Н. Е. требовал большой осторожности, дабы ток одной катушки, приложенный к одному нерву, не замыкался через другую катушку и не раздражал другого нерва. При этом мы знали, что это происходит независимо от того, замкнута ли на себя другая вторичная катушка или нет.

Однако присутствие двух индукториев и вообще соединение обоих электродов с катушками не существенно. Если одну пару электродов разъединить от катушки совсем и оставить на одном полюсе небольшую проволоку длиной не менее 10 см, то раздражение другого корешка даст эффект и через эту пару электродов. Эффект исчезает только после снятия этой небольшой проволоки с электродов. Наоборот, чем длиннее эта проволока, тем сильнее будет раздражающее действие. В этом случае ток проникает к нерву другой пары электродов через воздух. Проволока на электродах является

простой антенной, проводящей к нерву электричество из воздуха. Конечно, чем ближе антенна к раздражаемым электродам, тем сильнее действие тока через другую пару электродов.

Что в данном случае распространение тока происходит через воздух, а не по нервным проводникам, видно из следующего:

а) Если снять с раздражающих электродов нерв, не меняя самого положения электродов, и пропустить индукционный ток между полюсами через воздух, то и тогда наблюдается раздражающее действие на нерв через другую пару электродов.

б) Если прикрыть вторую пару электродов вместе с нервом со всех сторон ватой, смоченной рингеровским раствором, раздражающее действие тока на этот нерв не только не исчезает, но и не меняется.

с) Это раздражающее действие наблюдается при больших расстояниях между обеими парами электродов, напр., если на одной паре лежит седалищное сплетение с одной стороны, а на другой — плечевое сплетение другой стороны.

Протокол 5 служит прекрасной иллюстрацией приведенных фактов.

Протокол 5. Опыт 19-V—1929. Раздражающее действие индукционного тока через воздух. На одной паре двухполюсных электродов лежит сначала VIII корешок, а затем IX корешок — левой стороны, а на другой паре — сначала X корешок правой стороны, а затем плечевое сплетение правой стороны. В первом случае расстояние между обеими парами электродов около 10 мм, а в другом около 35 мм. Все корешки седалищного сплетения перерезаны только с одной стороны, около позвоночника. Слабый индукторий в 5000 оборотов во вторичной цепи. Порог раздражения нервов около 50 см. (См. табл. на 453 стр.)

Итак, на ряду с распространением физического тока вдоль по нерву и затем с ветвлением этого тока в цепи нервов следует считать еще с распространением тока через воздух и с действием этого тока на близлежащие нервы, в случае соединения их проводами с другим индукторием.

Условия распространения тока по нервам и через воздух не только не одинаковы, но взаимно противоположны. Пока нерв проводит ток хорошо, воздушная индукция должна быть слабая. Наоборот, когда нерв перестает проводить ток, напр., в силу высыхания, воздушная индукция должна усиливаться, а распространение по нерву должно ослабевать. Так и бывает в действительности. Как указывали выше, высыхание нерва происходит при всякой комнатной температуре на открытом воздухе и во влажной камере. При некоторой высокой степени высыхания сопротивление тонких нервов в межполюсном расстоянии достигает миллиона омов. Сообразно с этим, пока на электродах лежит свежий нерв, тогда главным образом обна-

Время	Порядок опыта	Условия раздраж. VIII или IX корешков левой стороны правой парой электродов	Условия улавливания тока второй парой электродов на правой стороне	Сила тока в см. при которой первая пара действует на нерв второй
3 ч. 40'	1	Нерв лежит на электродах, центральный конец нерва поднят	На электродах X корешок. Электроды соединены с катушкой, но катушка замкнута на себя. Конец нерва опущен	11,5
3 „ 43'	2	Нерв снят и прилегает к тканям	Те же условия	12
3 „ 46'	3	Нерв лежит на электродах, как в оп. 1	Те же условия	12
3 „ 50'	4	Те же условия	То же самое, только конец нерва поднят	14
3 „ 53'	5	„	Те же условия, только конец нерва опущен	12
3 „ 56'	6	„	Один провод снят с электродов	11,5
3 „ 58'	7	„	Оба провода сняты с электродов	Не дает и при 0 см
4 „ 00'	8	„	То же самое, только конец нерва поднят	Не дает и при 0 см
4 „ 03'	9	„	Один полюс электродов соединили с проволокой в 35 см. Концы провода на воздухе	7
4 „ 05'	10	„	Провод укоротили до 10 см	4
5 „ 07'	11	„	Укоротили провод до 5 см	Не дает и при 0 см
4 „ 09'	12	„	Провод сняли совсем	Не дает и при 0 см
4 ч. 12--14'	13	Нерв давно не смачивался. Он высох. Теперь увлажняли в течение 2'		
4 ч. 15'	14	„	К одному полюсу присоединили проволоку в 20 см	3
4 „ 20'	15	На место VIII корешка положили свежий IX корешок. Конец висит на воздухе	Один полюс соединен с индуктором	12
4 „ 22'	16	Снова VIII нерв на электродах	„	14
4 „ 34'	17	VIII и X корешки вместе на электродах	„	12
4 „ 38'	18	„	Электроды на плечевом сплетении правой стороны. С индуктором соединен один полюс	6
4 „ 40'	18	„	Оба полюса соединены с индуктором	7
4 „ 43'	19	Нервы сняты с электрод.	Те же условия	7
4 „ 45'	20	IX корешок на электрод.	Те же условия	8
4 „ 50'	21	„	Обложили электроды кругом и прикрыли все внутренности ватой, намоченной рингеровским раствором	7

руживается внеполюсное распространение тока по нервам. Когда же нерв высыхает как в межполюсном участке, так и на некотором расстоянии от него, тогда внеполюсное распространение тока по нерву ослабевает в силу колоссального повышения сопротивления и, наоборот, по той же причине усиливается его индукция через воздух.

Но распространение тока по воздуху имеет место даже в том случае, если раздражаемый нерв хорошо проводит электричество. Так, я улавливал эти токи, индуцирующие воздух, помощью струнного гальванометра. Нервно-мышечный препарат был помещен во влажной камере. Дистальный участок был соединен с гальванометром платиновыми электродами (межполюсное расстояние 10 мм), а проксимальный раздражался на расстоянии 2,5 см от первой пары электродов. На этом протяжении нерв был умерщвлен аммиаком. После этого сильное раздражение около 15—20 см давало колебание струны, причем эффект был одинаковый при обоих направлениях тока. Когда же сняли нерв с раздражающих электродов (нерв остается лежать на отводящих электродах, только свободный конец висит на воздухе), тогда пропускание индукционных ударов через раздражающие электроды отзывается на гальванометре при 10—13 см. И в этом случае одинаково при обоих направлениях тока.

Итак, внеполюсное распространение индукционного тока через воздух обнаруживается даже при раздражениях совершенно свежих нервов. Но оно безусловно значительно усиливается при сильном нарастании сопротивления в межполюсном пространстве.

4. Влияние длины межполюсного пространства на внеполюсное действие тока.

Хорошо известно, что чем больше межполюсное расстояние, тем сильнее бывает внеполюсное действие раздражающего тока. Я занялся исследованием этого явления, желая выяснить, в какой мере это важно в нашей обычной обстановке опыта, и затем, какое именно внеполюсное действие зависит особенно сильно от длины межполюсного расстояния.

Прежде всего приведем результаты насчет действия длины межполюсного расстояния на униполярное действие и на петли тока. Для этой цели я брал седалищный нерв и перерезывал его в тазобедренном суставе. Затем выделял п. peroneus и перерезывал в коленном суставе. Центральный конец нерва укладывал на электроды так, чтобы п. tibialis на месте сращения с п. peroneus хотя бы немного поднялся на воздух. Свободный конец п. peroneus висит на воздухе. При раздражении его петли тока достигали места

сращения с п. *tibialis* и вызывали через него эффект на лапке. Конечно, чем ближе электроды к этому месту, тем сильнее было раздражающее действие петель тока. Так, в одном опыте, когда межполюсное расстояние было 2 мм, размыкательные индукционные удары давали эффект при следующих условиях. Когда расстояние от электродов п. *tibialis* было 1 мм, а ток был нисходящий, эффект получился при раздражении в 14 см, когда расстояние увеличилось до 2 мм, тот же ток давал эффект при 8 см, а когда оно равнялось 4 мм — при 6 см. Восходящий ток также давал эффекты при этих условиях, но при несколько меньшем расстоянии катушек — на 2—4 см меньше.

Вот это внеполюсное действие определенным образом меняется в связи с увеличением межполюсного пространства. Чем оно больше, тем сильнее означенное внеполюсное действие. Внеполюсное действие при длине межполюсного участка в 6 мм, было несколько сильнее, чем при длине в 2 мм. Но если этот участок был около 0,6 мм, тогда картина действия была совсем иная. Восходящий ток не давал совсем эффекта ни при каком расстоянии катушек, если от электродов до п. *tibialis* было более 2—3 мм. Если же он был меньше, тогда давал, но при сравнительно больших силах, напр., при 5 см на расстоянии 1 мм. В это самое время нисходящий ток давал эффекты по-обычному: при 17 см на расстоянии в 1 мм, при 8 см на расстоянии в 3 мм и при 7 см на расстоянии в 6 мм (см. протокол 6).

Из приведенных фактов вытекает следующее:

1. В определенных условиях внеполюсное действие в нескольких миллиметрах от электродов зависит от петель тока или физического электрона, ибо это действие главным образом наблюдается на стороне катода и сильно нарастает с приближением к катоду.

2. Внеполюсное действие путем петель тока не зависит от длины межполюсного пространства, так как оно не меняется по существу с удлинением этого пространства от 0,5 до 6 мм.

3. При межполюсном расстоянии 2—6 мм к раздражающему действию петлями тока присоединяется униполярное действие. На это указывает, во-первых, то, что внеполюсное действие получается при обоих направлениях тока и, во-вторых, то, что внеполюсному действию подвергаются и другие нервы, лежащие далеко от электродов.

4. При малом межполюсном расстоянии 0,5—1 мм униполярное распространение тока сходит на-нет. Об этом свидетельствует отсутствие униполярного действия при восходящем направлении тока.

Что при малом межполюсном расстоянии униполярное действие значительно ослабевает, хорошо видно из следующего факта. Обычно

при межполюсном пространстве в 2—6 мм униполярное действие простирается и на всякий другой нерв, поднятый на электродах и соединенный с другим индукториом. Это униполярное действие получается при 5—10 см. Но если межполюсное пространство уменьшено до 0,5 мм, тогда униполярное действие на этот нерв не получается ни при каких силах и направлениях тока (см. протокол 6).

Протокол 6. Опыт 23-X 1929. Влияние длины межполюсного расстояния на внеполюсное действие тока. На правой стороне на двухполюсных электродах лежит центральный конец п. *peroneus*. Место сращения с п. *tibialis* поднято на воздух. Седалищный нерв перерезан в области тазобедренного сустава. Раздражается отдельными размыкательными ударами. Вторичная катушка в 10 000 оборотов. В первичной цепи аккумулятор в 2 вольта. На левой стороне седалищный нерв поднят на электродах. Расстояние между обоими парами электродов 3,5 см.

Межполюсное расстояние в мм	Расстоян. от электр. до п. tibialis в мм	Пороги раздражения в см для униполярного действия				Примечание
		Нисходящий ток		Восходящий ток		
		правая сторона	левая сторона	правая сторона	левая сторона	
6	3	10,5	10,5	10	9,5	Ноль везде означает отсутствие эффектов и при 0 см
0,6	3	8	0	0	0	
"	6	7	0	0	0	
"	1	17	0	5	0	
2	3	8	3,5	8	3	

Повидимому, значительное ослабление внеполюсного униполярного действия в связи с уменьшением длины межполюсного пространства обуславливается отмеченным в I сообщении сильным падением сопротивления в межполюсном пространстве, благодаря образованию толстого слоя рингеровской жидкости между полюсами электродов. Ведь вообще униполярное действие тем слабее, чем меньше сопротивление в межполюсном пространстве, но конечно если только условия для физического внеполюсного распространения тока достаточно благоприятны.

Длина межполюсного пространства играет очень мало роли в внеполюсном действии через воздух. Если снять нерв с электродов и так пропустить ток через воздух, длина межполюсного расстояния не влияет существенно на раздражающее действие тока на седалищный нерв противоположной ноги в случае поднятия его на электроды. Так, в одном опыте при межполюсном пространстве в 0,5—4 мм, противоположная нога реагирует при раздражении 3—4 см. В том

же опыте, пропуская ток через нерв, эффект получался на противоположной ноге при 5 - 8 см. Очевидно вызывалось действием тока не через воздух, а путем униполярного действия через ткани.

Итак, длина межполюсного пространства имеет наиболее важное значение по отношению к униполярному действию. Оно сходит на-нет с уменьшением ее до 0,5 мм. По отношению же к петлям тока она имеет мало значения, равно как по отношению к распространению тока через воздух.

5. Трехполюсные электроды как защита от распространения тока.

Трехполюсные электроды были рекомендованы Вериго для устранения распространения индукционного тока на близ лежащие ткани (5). Но почему-то они не нашли употребления в лабораториях, несмотря на то что они при определенных условиях в действительности очень сильно ограничивают распространение тока. Я думаю, произошло это от того, что не было изучено действие их более или менее основательно.

Я подверг трехполюсные, а также сконструированные мною кольцевые электроды подробному изучению. Одновременно я испытывал и двухполюсные электроды с кольцом Геринга.

Прежде всего нужно отметить, что если раздражаемый нерв совершенно свежий, и достаточно увлажненный рингеровским раствором, трехполюсные электроды сильно ослабляют распространение тока по нерву и затем ветвление его на близлежащие цепи нервов, и даже в той цепи, которую образует раздражаемый нерв с другими нервами, как это показал еще Werigo (5). Точно так же действуют кольцевые электроды. Приведу протоколы 7 и 8.

Протокол 7. Опыт 9-XI—1928. Испытание трехполюсных и двухполюсных электродов на ветвление тока. Раздражается IX корешок. Его дистальный конец перерезан и связан с X корешком. Проксимальный конец остается неперерезанным. Спинной мозг разрушен. На IX корешок накладываются трехполюсные электроды. Вторичная катушка то 3800, то 8000 оборотов. В первичной цепи 1 аккумулятор. Электроды лежат посредине IX корешка. (См. табл. на стр. 458.)

Протокол 8. Опыт 9-XI—1928. Испытание двухполюсных, трехполюсных и кольцевых электродов на униполярное действие тока. Раздражается IX корешок. Дистальный конец обрезан и связан с седалищным сплетением. Проксимальный конец перерезан и висит на воздухе. Вторичная катушка в 8000 оборотов. В первичной цепи 1 аккумулятор. X корешок приподнят на воздух для образования цепи, чтобы на него могли подействовать униполярные токи. Расстояние электродов от седалищного сплетения — 3 мм. См. табл. на стр. 458.

Время	Катушка	Электроды	Пороги ветвления в см		Примечание
			восходящ. ток	нисходящ. ток	
10 ч. 55 м. 10 ч. 59 м.	3800 3800	Двухполюсн. Трехполюсн.	11 —	11 —	— Нет эффекта ни при каких силах. Когда положили X корешок прямо на электроды, эффект получился при 43 см
10 ч. 40 м.	П 8000	р о п Трехполюсн.	у о с	к 6	Когда катод снаружи, тогда дает эффект, когда внутри не дает эффекта
10 ч. 44 м.	"	Двухполюсн.	13,5	14,5	—

Время	Электроды	Порог униполярного действия в см		Примечание
		нисходящ. ток	восходящ. ток	
2 ч. 24 м. 2 ч. 26 м. 2 ч. 30 м.	Двухполюсные " Кольцевые . . .	8,5 10,5 —	6,5 8,5 —	—
2 ч. 33 м.	Трехполюсные . .	0—2	—	Не дает эффекта ни при каких силах Когда катод снаружи, есть эффект при полном сближении катушек
2 ч. 35 м. 2 ч. 40 м. 2 ч. 43 м. 2 ч. 45 м.	" Кольцевые . . . Трехполюсные . . Двухполюсные . .	3—6 — — 10	— — — 9	Нет эффекта "

Из данных протоколов видно, что на свежем нерве трехполюсные электроды значительно ослабляют ветвление тока и его униполярное действие, если только катод находится посредине. Но если катод снаружи, иногда наблюдается раздражающее внеполюсное действие на близлежащие нервы. Это зависит прежде всего от близости электродов к этим нервам. Если электроды отстоят более чем на 4—5 мм, распространению тока нет места. Если же ближе, оно может иметь место, если только катод снаружи. В этом случае трехполюсные или кольцевые электроды не отличаются существенно от двухполюсных. При этом не имеет значения, подняты другие нервы на воздух или нет. При сильных раздражениях (0—7 см)

нисходящие индукционные удары производят эффект, если даже близлежащий нерв плотно прилегает к тканям. Нужно только, чтобы он не был прикрыт большим слоем жидкости Рингера или лимфы. Это внеполюсное действие очевидно принадлежит петлям тока, ибо оно отсутствует при восходящем токе и затем тем сильнее влияет на другой нерв, чем он ближе к катоду.

Было произведено также сравнительное испытание кольцевых трехполюсных электродов и двухполюсных электродов с кольцом Геринга. При этом оказалось, что все преимущества на стороне первых. Привожу протокол 9.

Протокол 9. Влияние кольцевых электродов и двухполюсных электродов с кольцом Геринга на ветвление тока. Раздражается VIII корешок (очень тонкий). Дистальный конец перерезан и привязан к седалищному сплетению. Спинной мозг разрушен. Электроды посредине корешка. Вторичная катушка 8000 оборотов, в первичной цепи 1 аккумулятор. Межполюсное расстояние везде 1,5 мм, а расстояние от одного полюса до кольца также 1,5 мм.

Время	Электроды	Пороги ветвления в см		Примечание
		нисходящ. ток	восходящ. ток	
11 ч. 40 м.	Кольцевые . . .	—	—	Нет эффекта ни при каких силах
11 ч. 43 м.	"	—	—	
11 ч. 45 м.	Двухполюсн. без кольца	13	12	"
11 ч. 50 м.	Двухполюсные в кольце	8,5	7,5	
52,5 м.	Двухполюсн. без кольца	12	11	

Итак, опыты показывают, что в определенных условиях кольцо Геринга только ограничивает ветвление тока, но не устраняет его, подобно кольцевым электродам.

Однако, трехполюсные и кольцевые электроды препятствуют распространению тока только в том случае, если нерв совершенно свежий и хорошо увлажнен. Иначе говоря: они ограничивают стороны в лишь внеполюсное униполярное распространение тока через нерв. Если нерв высохший, в особенности если он умерший, тогда с одной стороны в силу значительного повышения сопротивления, и с другой — в силу ухудшения условий поляризации нерва, ток в значительной мере распространяется через воздух. Этот ток в состоянии раздражать нерв противоположной стороны, если только он соединен с каким-

либо проводником, отводящим ток из воздуха. Но при пользовании трехполюсных электродов раздражающее действие распространяемого через воздух тока значительно больше, когда катод находится снаружи, чем в том случае, когда он внутри. Так, в одном опыте при накладывании толстого свежего корешка на кольцевые трехполюсные электроды ток не распространялся через воздух ни при каких силах в такой мере, чтобы возбудить седалищное сплетение другой стороны. Но через 15 мин., когда нерв высох, происходило такое распространение тока через воздух, что эффект на другой стороне получался: когда катод внутри — при 4 см, а когда снаружи — при 5 см.

Но, конечно, ток сильнее всего распространяется через воздух, если снять нерв с трехполюсных электродов. В этом случае ток распространяется через воздух, как при пользовании двухполюсных электродов. Так, в одном опыте ток переходил на плечевое сплетение при 5—7 см расстояния катушек и опять-таки сильно при катоде снаружи.

Итак, при большом межполюсном сопротивлении в силу высыхания нерва или другого обстоятельства трехполюсные электроды не препятствуют распространению тока через воздух и тем самым раздражению соседних нервов, находящихся в связи с воздухом путем проводника.

Выводы.

Исследуются повреждающее действие индукционного тока на нервы, условия внеполюсного распространения его по нервам и через воздух и затем выясняются способы избегания распространения тока.

1. Раздражение нервов обычными индукториями при расстоянии катушек в 12 см и меньше сопряжено с повреждением их: это проявляется при некоторых малых силах раздражения в наступлении парабитического состояния, а при больших силах в полном умерщвлении раздражаемого участка нерва. Чем тоньше нерв, тем скорее он повреждается. Так, тонкие нервы, толщиной в 0,5—0,2 мм, окончательно теряют возбудимость от минутного раздражения при 10—12 см расстояния катушек, а толстые нервы толщиной 0,8—1 мм теряют ее при 8 см. Следовательно, совершенно недопустимо раздражать нервы лягушки, сближая катушки до 10 см и дальше.

2. Повреждающее действие сильных раздражений на нервы не зависит от порога раздражения или от характера нервного ствола. Каковы бы ни были пороги раздражения и каков бы ни был нерв — цереброспинальный или симпатический — они одинаково повреждаются

при 12 — 8 см расстояния катушек. Следовательно, если порог высокий — 15 — 20 см, как это иногда бывает при раздражении симпатического ствола или блуждающего нерва, то все-таки нельзя применять 12 — 8 см без существенного повреждения нерва.

3. При пользовании двухполюсными электродами раздражающий ток распространяется вне электродов 4 путями: путем простого распространения тока по раздражаемому нерву и затем по тканям — униполярное действие, путем ветвления тока, путем поляризации нерва — петель тока, и наконец путем распространения через воздух. Ветвление и петли тока действуют главным образом на близ лежащие нервы, а униполярные токи и токи через воздух действуют и на нервы, лежащие далеко от раздражаемого нерва.

4. Ветвление тока имеет место в условиях образования тканями побочной цепи с раздражаемым нервом, как это бывает при подведении электродов под неперерезанный нерв или при наложении их на нерв внутри организма (электроды Людвига, Шеррингтона).

5. Униполярное действие имеет место при раздражении нерва, связанного с организмом. Через этот нерв к организму отводится ток, как к кондуктору, в особенности если организм в свою очередь соединен с каким-либо металлическим проводником, как это бывает, напр., при соединении какого-либо другого нерва с индукторием.

6. Для распространения тока путем образования петель имеет большое значение, во-первых, направление раздражающего тока: действие петель тока на близлежащие нервы значительно сильнее на стороне катода и, во-вторых, расстояние: чем ближе электроды к этим нервам, тем сильнее раздражающее действие петель тока.

7. Для распространения тока через воздух имеет большое значение сопротивление нерва: чем последнее выше, тем с большей интенсивностью распространяется ток через воздух. При наличии проводника в воздухе, который связан с каким-либо нервом, индукционный ток проводится из воздуха к этому нерву и раздражает его. Следовательно, при соединении двух близко лежащих нервов с двумя индукториями ток распространяется от одного нерва к другому как путем униполярного действия тока, так и через воздух.

8. Внеполюсное действие через воздух характерно отличается от униполярного распространения через ткани. Раздражающее действие тока через воздух наступает также в том случае, если нет нерва на электродах и затем тем, что при высыхании нерва распространение тока через ткани ослабевает, а через воздух наоборот усиливается.

9. С удлинением межполюсного расстояния нерва от 0,5 до 6 мм нарастает внеполюсное униполярное действие, петли же тока, а также распространение через воздух не меняются существенно. Следовательно,

выгодно пользоваться электродами с малым межполюсным расстоянием для избежания униполярного действия.

10. Трехполюсные и кольцевые электроды катодом внутри хорошо защищают препарат от ветвления тока по нервам, и в значительной мере ограничивают униполярное действие и раздражение петлями тока, но не защищают совсем от распространения тока через воздух. Следовательно, если при применении их обнаружится сильное воздушное распространение тока, то это должно свидетельствовать прежде всего о высыхании или о высоком сопротивлении нерва.

Поступило в Редакцию

3 декабря 1929 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Воронцов Д. С. Труды об-ва естествоисп. в СПб, т. 43, вып. 6, 1913. — 2. Введенский Н. Е. Возбуждение, торможение и наркоз. 1901. СПб. — 3. Нерманн L. Hand. d. Physiol, Bd. 2, 1 Teil., 1879. — 4. Некрасов П. С. Русск. физиол. журн., т. II, стр. 243, 1928. — 5. Werigo W. Pflügers Arch. 70, 517, 1899. — 6. Вацадзе Г. Журн. эксп. биол. и мед., кн. 8, стр. 189, 1926.

ZUR METHODIK DER REIZUNG DURCH INDUKTIONSSCHLÄGE.

Mitteilung II.

J. Beritoff.

Aus dem physiologischen Laboratorium der Staatsuniversität zu Tiflis.

Untersucht wird die schädigende Wirkung von Induktionsströmen auf die Nerven und deren Ausbreitung ausserhalb der Elektroden in den Nerven sowie in der Luft, und daraufhin werden die Mittel zur Vermeidung dieser Ausbreitung der Ströme studiert.

1. Die Reizung der Nerven durch ein gewöhnliches Induktorium ist bei einem Rollenabstand von 12 cm und weniger mit einer Beschädigung derselben verbunden: dies kommt bei einigen Stromstärken im Auftreten des paralytischen Zustandes zum Ausdruck, bei grösseren dagegen in einer vollen Abtötung des gereizten Nervenabschnitts. Je dünner der Nerv ist, umso rascher wird er beschädigt. So z. B. verlieren dünne Nerven von 0,15—0,2 mm, wie beispielsweise der sympathische Grenzstrang oder die erste Lumbalwurzel des Frosches, ihre Erregbarkeit voll-

ständig durch die eine Minute anhaltende Reizung bei einem Rollenabstand von 10—12 *cm*, dicke dagegen von 0,8—1 *mm*, wie beispielsweise die zweite Lumbalwurzel oder *n. vagus*, verlieren dieselbe bei 8 *cm*. Es ist infolgedessen nicht zulässig, die Nerven eines Frosches bei einem Abstand von weniger als 10 *cm* zu reizen,

2. Die schädigende Wirkung starker Reizungen hängt nicht von der Reizschwelle oder der Nervenart ab. Wie auch die Reizschwellen oder der Nerv sein mögen: der cerebro-spinale oder der sympathische werden gleich stark beschädigt bei einem Rollenabstand von 12—8 *cm*. Folglich, ist die Schwelle noch 15—20 *cm*, wie dies zuweilen bei Reizungen des sympathischen Stranges oder *n. vagus* vorkommt, so können die Reizstärken von 12—8 *cm* ohne erhebliche Schädigung des Nerven nicht angewendet werden.

3. Bei Verwendung zweipoliger Elektroden breitet sich der Reizstrom ausserhalb der Elektroden auf verschiedenen Wegen aus: durch Ausbreitung des Stromes am gereizten Nerv entlang zum Organismus als zum Konduktor—unipolare Stromwirkung, durch Stromverzweigung, Polarisationsstrom oder Stromschleifen, wie auch durch die Luft. Auf dem Wege der Stromverzweigung und Stromschleifen wirkt der angewendete Strom vorwiegend auf die nächstliegenden Nerven; im Falle der unipolaren Wirkung und der Ausbreitung durch die Luft erstreckt sich diese Wirkung auch auf die vom gereizten Nerven weit abliegenden Nerven.

4. Die Stromverzweigung findet sich bei der Bildung eines Nebenschleises durch den gereizten Nerven und die Gewebe statt, wie es bei Reizung eines nicht durchschnittenen Nerven oder bei Applizierung der Elektroden an einem Nerven im Innern des Organismus geschieht (Ludwig's und Sherrington's Elektroden).

5. Unipolare Wirkung geht bei Reizung eines Nerven, der mit dem Organismus verbunden ist, vor sich. Durch diesen Nerv wird der Strom zum Organismus, als zum Konduktor, abgeleitet, insbesondere, wenn der Organismus mit einem Leiter verbunden ist, wie dies z. B. bei der Verbindung irgend eines anderen Nerven mit einem Induktorium stattfindet.

6. Für die Ausbreitung des Stromes durch Bildung der Stromschleifen ist von grösster Bedeutung: erstens—die Richtung des Reizstroms: die Wirkung der Stromschleifen auf die nächstliegenden Nerven ist beträchtlich grösser auf der Seite der Kathode; und zweitens—die Entfernung: je näher die Elektroden zu diesen Nerven liegen, umso stärker ist die Reizwirkung der Stromschleifen.

7. Hinsichtlich der Ausbreitung des Stromes durch die Luft ist der Widerstand des Nerven von grosser Bedeutung: je grösser dieser ist, mit einer umso grösseren Intensität verbreitet sich der Strom durch die Luft. Befindet sich ein anderer Nerv mit irgendwelchem Leiter in Ver-

bindung, so verbreitet sich der Strom aus der Luft durch diesen Leiter zu dem Nerven und reizt ihn. Werden folglich zwei nahe beieinander liegenden Nerven mit zwei Induktorien verbunden, so verbreitet sich der Strom von einem Nerv zum anderen wie auf dem Wege der unipolaren Wirkung, so auch durch die Luft.

8. Die extrapolare Wirkung durch die Luft unterscheidet sich von der unipolaren Wirkung durch Gewebe charakteristisch. Die Stromwirkung durch die Luft findet auch bei der Abwesenheit eines Nerven auf den Elektroden, d. h. bei Abwesenheit der unipolaren Wirkung statt, und ausserdem wird bei dem Austrocknen des Nerven die Stromwirkung durch die Luft verstärkt, die unipolare Wirkung dagegen geschwächt.

9. Mit der Verlängerung der interpolaren Strecke von 0,5 — 0,7 mm bis 6 mm nimmt die unipolare Wirkung bedeutend zu, die Stromschleifen und die Ausbreitung durch die Luft dagegen verändern sich nicht wesentlich. Folglich ist es vorteilhaft, zur Vermeidung der unipolaren Wirkung Elektroden mit einer kleinen interpolaren Strecke anzuwenden.

10. Dreiarmlige und ringförmige Elektroden mit der Kathode in der Mitte schützen das Präparat von einer Verzweigung des Stromes über die Nerven und begrenzen die unipolare Wirkung und die Stromschleifen in einem bedeutenden Masse, schützen es aber keinesfalls vor der Ausbreitung des Stromes durch die Luft. Macht sich folglich bei Verwendung solcher Elektroden eine starke Ausbreitung durch die Luft bemerkbar, so zeugt dies vor allem von einer vorhandenen Trockenheit des Nerven oder von einem hohen Widerstand desselben.



Ответственный редактор А. А. Лихачев.

Ленинградский Областлит № 68650. 72×105—9¹/₂ л. Ст. ф. Б-5. П. 20. Гиз № 40943/М. Тираж 1000.

Тип. им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

К АВТОРАМ.

Для помещения статей в журнал необходимо соблюдение следующих правил:

1) В журнале помещаются оригинальные статьи по физиологии, физиологической химии, фармакологии, общей патологии и другим отделам естествознания, имеющие общий биологический интерес.

2) Журнал издается на русском языке, при чем размер статей ни в каком случае не может превышать $\frac{1}{2}$ листа (20 тыс. букв). К статьям должны быть представляемы краткие рефераты для перевода на иностранный язык. Статьи регистрируются числом поступления рефератов.

3) Рукописи должны быть написаны четко (желательно на машинке), на одной стороне листа, с оставлением полей, и не красными чернилами.

4) На рукописях должен быть обозначен адрес автора.

5) Фамилии иностранных авторов в рукописях должны быть даны в русской транскрипции, при чем, при первом упоминании фамилии, в скобках приводится оригинальная транскрипция.

6) Литературный указатель помещается обязательно в конце статей при чем имена авторов даются в оригинальной транскрипции.

7) В случае несоблюдения авторами вышеуказанных правил Редакция не отвечает за своевременность печатания материала.

8) Редакция убедительно просит авторов ограничить число рисунков и кр. вых.

Статьи направлять по адресу редактора проф. А. А. Лихачева, Ленинград, Просп. Володарского, д. № 11, кв. 5.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР СЕКТОР ПОДПИСНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1930 ГОД НА ЖУРНАЛ

АРХИВ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

(год издания 39-й)

под редакцией *Н. Н. Аничкова, Л. А. Орбели, В. В. Савича,*
В. Г. Ушакова и Л. Н. Феодорова

Ответственный редактор *Н. Н. Аничков*

Секретарь *А. А. Садов*

В журнале помещаются статьи обще-биологического и медицинского характера по вопросам биологической химии, физиологии, микробиологии, эпидемиологии, общей патологии, патологической анатомии, вакцинного и сывороточного дела и т. п.

Журнал предназначается преимущественно для работ, выходящих из лабораторий Госуд. Института Экспериментальной Медицины.

Шесть книг в год

Подписная цена с пересылкой на 1 год — 6 руб., на полгода — 3 р.

Подписка принимается Ленотгизом — ЛЕНИНГРАД, Просп. 25 Октября, 28, „Дом Книги“, телеф. 5-48-05, Москва, Ильинка, тел. -88-91. и всеми отделениями и филиалами Госиздата.

2 руб.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА на 1930 год на

РУССКИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА

(JOURNAL RUSSE DE PHYSIOLOGIE),

ИЗДАВАЕМЫЙ ГЛАВНАУКОЙ и ГОСИЗДАТОМ

Почетный редактор И. П. ПАВЛОВ.

Ответственный редактор А. А. ЛИХАЧЕВ.

Секретарь С. И. ЛЕБЕДИНСКАЯ

СПИСОК СОТРУДНИКОВ:

Авроров, П. П., Аничков, Н. Н., Аничков, С. В., Архангельский, В. М., Астанин, И. П., Бах, А. Н., Беритов, И. С., Богомолец, А. А., Быков, К. М., Вершинин, Н. В., Викторов, К. Р., Воронцов, В. Н., Воронцов, Д. С., Граменицкий, М. И., Гулезич, В. С., Данилевский, В. Я., Завадовский, Б. М., Завадовский, М. М., Збарский, Б. И., Зеленый, Г. П., Ильин, Н. Д., Кронтовский, А. А., Кржишковский, К. К., Лазарев, П. П., Леонтович, А. В., Лондон, Е. С., Лукьянов, С. М., Никифоровский, П. М., Николаев, В. В., Палладин, А. В., Подкопаев, Н. А., Понировский, Н. Г., Попов, Н. А., Поярков, Э. Ф., Разенков, И. П., Репрев, А. В., Рожанский, Н. А., Розанов, Л. П., Ростовцев, П. Ю., Садиков, А. А., Самойлов, А. Ф., Сахаров, Г. П., Синельников, Е. И., Скворцов, Н. И., Смирнов, А. И., Сморodinцев, И. А., Спасский, Н. С., Степун, О. С., Тур, Ф. Е., Ухтомский, А. А., Фольбогт, Ю. В., Фролов, Ю. П., Цитович, И. С., Чаювец, В. Ю., Шкавера, Г. Л., Штерн, Л. С., Юдин, А. А.

Сотрудникам журнал бесплатно не высылается.

Журнал посвящен вопросам физиологии, общей патологии и фармакологии.

Выходит 6 книг в год.

Подписная цена: на год—9 руб., на 1/2 года—4 р. 50 к.

Объем журнала значительно увеличен.

Подписка принимается Ленотгизом — ЛЕНИНГРАД. Просп. 25 Октября, 28, „Дом Книги“, телеф. 5-48-05, Москва, Ильинка, тел. 5-88-91, и всеми отделениями и филиалами Госиздата.