

THE JOURNAL OF PHYSIOLOGY OF USSR

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА



Почетный редактор ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ
Ответств. ред.: Л. Н. ФЕДОРОВ (Ленинград)
академик А. В. ПАЛЛАДИН (Киев)
профессор Б. И. ЗВАРСКИЙ (Москва)
Отв. секретари: С. М. ДИОНЕСОВ (Ленинград)
Л. В. ГОЛЬДБЕРГ (Москва)

ТОМ XV, ВЫПУСК 4

796
24/VI 33

СЕКТОР НАУКИ И НАРКОМПРОСА РСФСР
ЛЕНОГИЗ—ЛЕНИНГРАДСКОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1932

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

	Стр.
П. А. Некрасов. Можно ли симпатический эффект на поперечно-полосатой мышце объяснить токами действия	277
А. Т. Худорожева. Влияние симпатических нервных волокон на ход утомления скелетных мышц, раздражаемых с перерождающихся двигательных нервов	287
С. С. Серебrenиков. Пищеварение при болевых раздражениях (сообщ. I. Работа желудочных желез при болевых раздражениях)	301
Р. П. Ольянская. Влияние коры головного мозга на газообмен	314
С. С. Серебrenиков. Пищеварение при болевых раздражениях (сообщ. II. Работа поджелудочной железы при болевых раздражениях)	330
И. С. Сумбаев. К вопросу о влиянии симпатэктомии на децеребрационный пластический тонус	336
Л. В. Латманисова, Ю. М. Уфлягд Н. М. Шамарина. О колебаниях хронаксии мышц при работе	340

МОЖНО ЛИ СИМПАТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ НА ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТОЙ МЫШЦЕ ОБЪЯСНИТЬ ТОКАМИ ДЕЙСТВИЯ¹

П. А. Некрасов

Из физиологич. лаб. Ин-та гигиены труда и техники безопасности. (Зав. лаб.—доцент М. И. Виноградов. Директор ин-та профессор—Б. Б. Койранский)

Возникшая по поводу работ Л. А. Орбели и его учеников полемика вокруг вопроса о природе симпатического эффекта на скелетной мышце еще не закончилась и до сих пор, но явным образом перевес в борьбе склоняется в пользу творца теории „адаптационной“ роли симпатической нервной системы по отношению к скелетной мускулатуре. Первоначальная критика касалась лишь методики электрического раздражения пограничного ствола.

Критике, как известно, подвергся почти исключительно феномен А. Г. Гинецинского (1), заключающийся в том, что утомленная одиночными индукционными ударами с нерва изолированная лягушечья мышца (*m. gastrocnemius*) при тетанизации симпатического ствола дает временное восстановление и нарастание сокращений.

Н. Wastl (2) в физиологической лаборатории Кембриджского университета проверила опыт Гинецинского на лягушках и затем на кошках и пришла к отрицательным результатам. Г. С. Вацадзе (3) в лаборатории И. С. Беритова пытался показать, что в явлении Гинецинского дело сводится к влиянию петель тока на двигательные волокна лумбального сплетения, и само явление по существу близко одиночным тетанизированным сокращениям Н. Е. Введенского (4). Этот автор ставил опыты с ниткой, смоченной в физиологическом растворе, вместо симпатического нерва и получил картины, напоминающие кривые Гинецинского.

Однако, еще на II Всесоюзном съезде физиологов, в дискуссии по докладу Вацадзе, Орбели отметил существенную разницу между кривыми Гинецинского и Вацадзе, заключающуюся в том, что у последнего эффект нарастает сразу по замыкании тетанизирующего тока и круто обрывается после его прекращения, в то время как в опытах первого имеется длинный скрытый период, медленное нарастание и длительное последствие.

Позднее Гинецинскому (5) удалось подтвердить неопубликованные опыты Г. И. Степанова с никотинным раздражением

июль 1949

¹ Доложено на III Всесоюзном съезде физиологов. Работа по независимым от автора причинам (прекращение выхода журнала, в который работа была направлена для напечатания) крайне задержалась и, хотя была написана в 1928 г., выходит только теперь. В настоящем виде она включает в себя некоторые переделки и дополнения, которые отсутствовали в первоначальной редакции. Особенно это относится к опытам с раздражением задних корешков.

симпатических ганглиев и таким образом уже без участия электрического тока получить типические волны восстановления на мышечной кривой.

В это же время проверкой опыта Гинецинского занялись и в некоторых других лабораториях. П. А. Некрасов (6), применяя электрический раздражитель для симпатического нерва, получил те же картины, что и Гинецинский, и при этом показал, что от петель тока повышение кривой не зависит. Именно, пользуясь двусторонним препаратом и перекрещивая симпатические стволы, он нашел, что эффект всегда получается только на одноименной со стволом стороне, хотя условия для физического ветвления тока по меньшей мере те же и на стороне разноименной. Этот же автор применял и химический раздражитель для ганглиев — никотин — и пришел к тем же результатам, что и Степанов и Гинецинский.

Позднее им применен был в качестве раздражителя для симпатических узлов адонилена (7), который дал принципиально те же картины, что и электрический раздражитель и никотин.

Не останавливаясь на других подтверждениях фактической стороны опытов по влиянию симпатического нерва на мышцу, появившихся как в русской, так и в иностранной литературе, укажу еще на ряд работ, выполненных в лаборатории Орбели, в которых удалось получить типические волны восстановления на кривой утомления и при центральном или рефлекторном возбуждении. Сюда относятся прежде всего опыты Гинецинского со стрихнином (8), в которых моменты приступов стрихнинных судорог оказывали отчетливые положительные или отрицательные влияния на кривую сокращений мышцы, связанной с центрами только при посредстве п. sympathici. Подобную же картину Гинецинскому удалось наблюдать и при введении под кожу лягушки гипертонических растворов NaCl (9). Позднее Г. В. Гершун получил „симпатические волны“ на кривой утомления при раздражении промежуточного мозга (10) или при раздражении различных рецепторов и чувствительных нервов (11).

Все эти факты убедительно показывают, что петли тока в производстве феномена Гинецинского неповинны. Но, если феномен Гинецинского нельзя свести к петлям тока, можно ли все-таки считать, что он является безусловным доказательством прямого влияния симпатических импульсов на мышцу. Быть может здесь замечаны еще какие-нибудь неучитываемые моменты, в силу которых раздражение симпатического нерва и без прямого отношения его к функциональному состоянию мышцы может увеличивать мышечную кривую.

Особо осторожное отношение к доказательствам симпатического влияния на мышцу естественно вытекает из всей истории вопроса, в течение которой целый ряд предложенных доказательств позднее был развенчан.

Необходимо перебрать все возможные объяснения фактов, приводимых для доказательства симпатического влияния на мышцу, без допущения последнего, и только тогда признать доказательства убедительными, когда все испробованные объяснения будут недостаточны.

Каковы же могут быть объяснения повышения (или понижения при некоторых условиях) мышечной кривой при раздражении симпатического ствола?

В опытах на целом животном стало обычным все наблюдающиеся случаи повышения или понижения мышечной кривой от раздражения

симпатического ствола или инъекции адреналина сводить на увеличения или уменьшения кровоснабжения работающей мышцы вследствие сужения или расширения мышечных капилляров и артериол и изменений общего кровяного давления.

Опыты на изолированных и обескровленных препаратах этого толкования уже не допускают.¹

Вторая возможность непрямого действия на мышцу — это влияние раздражителя (будет ли он электрическим или химическим) на двигательные волокна. После всего сказанного по поводу полемики, развернувшейся около этого вопроса, приходится признать и эту возможность невероятной.

Но есть еще третья теоретически мыслимая возможность непрямого действия п. sympathici на мышцу — это возможность раздражающего действия акционных токов, пробегающих в симпатических волокнах, на соседние двигательные, перемешанные с первыми в общем стволе седалищного нерва.

В этом случае мы имели бы перед собою нечто подобное одиночным тетанизированным сокращениям Введенского, ибо акционные точки в нашем случае сами по себе не вызывают никаких сокращений в мышце, но увеличивают одиночные импульсы, пробегающие по стволу.

Конечно такое допущение кажется на первый взгляд мало вероятным и противоречащим общепризнанному „закону изолированного проведения импульсов“, но некоторые экспериментальные прецеденты для него имеются.

Прежде всего целым рядом авторов (Grützner, Hermann и др.) было показано, что между раздражающим нерв токком и токком покоя существуют известные соотношения, и ток покоя может усилиться, то ослаблять эффект от раздражающего тока, в зависимости от его направления. Далее многими исследователями (du Bois, Kühne, Hering) отмечалось, что восстановление отводимого тока покоя, который был перед этим скомпенсирован внешним токком, может действовать раздражающе на самый нерв, вызывая сокращение связанной с ним мышцы. Е. Hering'ом (15), исходившим из этого наблюдения, был задуман и осуществлен чрезвычайно эффектный и остроумный опыт, в котором роль компенсирующего внешнего тока играют акционные токи соседних нервных волокон и где таким образом мы имеем случай раздражения нерва нервом. Этот опыт заключался в следующем.

У холодовой лягушки после удаления передней части тела и всех внутренностей освобождался седалищный нерв над коленом, брался на лигатуру и перерезался от нее дистально и затем отпрепаровывался до верхней бедренной ветви, которая оставлялась целой. Затем наносился поперечный разрез в области поясничного сплетения. При этих условиях раздражение коленного конца седалищного нерва слабым индукционным токком приводило мышцы, еще сохранившие нервную связь со сплетением, в сильный вторичный тетанус, очевидно

¹ На IV Съезде физиологов Беритовым (12) была сделана новая попытка отрицать доказательность опыта Гинепинского для адаптационной теории прямого влияния симпатического нерва на мышцу, экспериментально разработанная Д. Гедевани (13,14). Беритовым теперь восстановление утомленной мышцы сводилось на передвижение некоторого количества остаточной крови из мышечных капилляров в вены и на доставку капиллярам новых порций „свежей крови“ из артерий. Однако в прениях по докладу целым рядом оппонентов была показана недостаточность этого объяснения для разбираемого случая и невозможность им объяснить ряд других экспериментов, особенно без наличия „фона утомления“.

благодаря быстро следующим друг за другом фазам компенсации и восстановления тока покоя в реагирующем нервно-мышечном приборе акционными токами соседних волокон.

Таким образом при некоторых условиях акционные токи могут не только усиливать процесс возбуждения, уже имеющийся в соседнем нерве, но и сами вызывать в нем приступы возбуждения.

Вот поэтому-то мною и были предприняты специальные опыты, чтобы выяснить, в какой мере повышение мышечной кривой в опыте Гинецинского можно свести к влиянию токов действия.¹

Опыты эти базировались на следующем рассуждении. Если токи действия в условиях опыта Гинецинского способны изменять возбудимость двигательных волокон и этим путем влиять на кривую утомления, то симпатический нерв здесь можно заменить каким-нибудь другим, лишь бы он соответствовал известным анатомическим отношениям. Очевидно, что если мы выберем такой нерв, волокна которого входят в общий ствол седалищного нерва и идут здесь на некотором протяжении рядом с двигательными волокнами, то для акционных токов этого нерва будет такая же возможность влиять на двигательные волокна, как и для токов действия симпатического. Само собой понятно, что этот нерв не должен иметь никакого отношения к двигательной иннервации выбранной мышцы.

Такими нервами, например, могут служить центральный отрезок п. *peroneae* или *tibialis* или периферические отрезки задних корешков.²

Ясно, что вследствие обоюдосторонней проводимости нервов в том и в другом случаях все волокна будут проводить импульсы в ствол седалищного нерва, и здесь их акционные токи смогут влиять на возбудимость двигательных волокон.

Я остановился на малоберцовом нерве и задних корешках и произвел с ними две серии опытов.

В первой серии импульсы от раздражения нерва (малоберцового) шли вверх по седалищному стволу навстречу одиночным импульсам двигательных волокон, что несколько не соответствует условиям опытов с симпатической иннервацией; во второй же серии (с задними корешками) импульсы шли вниз по стволу, что вполне соответствует опытным условиям Гинецинского. В первой серии было поставлено 23 опыта, во второй — 11.

Опыты ставились за период апрель—август 1927 г. Постановка опытов, если не считать введения в препарат п. *peroneae* или задних корешков, была обычной для опытов с симпатической иннервацией мышцы. Симпатический ствол и испытуемый нерв раздражались двумя различными парами электродов, но от одной катушки путем переключения тока в ту или другую цепь с помощью коммутатора. Силы тока варьировали в широких пределах для использования всего допустимого диапазона раздражений как для симпатического нерва, так и для испытуемого. Ритм для передних корешков (прерыватель—метроном) колебался от 30 до 50 в 1 мин, но в большей части опытов

¹ Мысль о возможности, „придираясь“ к опытам с симпатической иннервацией мышцы, объяснить феномен Гинецинского акционными токами, была высказана по поводу моего доклада в обществе физиологов им. И. М. Сеченова в 1927 г. Л. А. Орбели, что и послужило стимулом для произведенной работы.

² Задние корешки, конечно, не вполне удовлетворяют требованию не иметь отношения к двигательной иннервации скелетной мышцы, так как в задних корешках проходит парасимпатические волокна, иннервирующие между прочим и мышцы, согласно данным ряда авторов, особенно Кеп Курэ (16), но в остром опыте не удается обнаружить влияния раздражения задних корешков на мышечные сокращения, по крайней мере в том же смысле как от раздражения п. *sympathici* (см. об этом ниже).

равнялся 40. Для симпатического ствола, малоберцового нерва и задних корешков употреблялся прерыватель Бернштейна с ритмом от 20 до 80 в 1 сек., причем в огромном большинстве раздражений ритм равнялся 80.

Что касается остальных методических деталей, то они были те же, что и в моих вышеупомянутых опытах (6).

Ближайшую и непосредственную задачу настоящей работы составляло сравнение результатов раздражения симпатического ствола с результатами раздражения (при тех же самых условиях) индифферентных нервов.

Результаты опытов как первой, так и второй серии по этому пункту совершенно согласны между собой и могут быть резюмированы в одной фразе: в то время как раздражения симпатической цепочки регулярно (за некоторыми исключениями) давали повышение мышечной кривой, раздражение индифферентных нервов ни разу не вело к увеличению (или уменьшению) сокращений. Привожу типические кривые, взятые из первой и второй серий опытов (рис. 1 и 2). Как видно из обеих кривых, раздражение симпатического нерва всюду дает прекрасный, иногда гигантский эффект даже при сравнительно слабых токах (расстояние между катушками 20—25 см), и той же силы раздражение малоберцового нерва и задних корешков остается совершенно бездейственным.

Для большей наглядности данные всех опытов сведены в таблицу, где отмечено общее количество опытов той и другой группы и отдельно количество опытов с наличием и отсутствием повышения кривой при раздражении симпатического и индифферентного нервов.

Эффекты при раздражении первого подразделены на определенные и сомнительные, к которым отнесены такие случаи, когда, несмотря на варьирование силы тока, не удавалось получить определенных, так сказать, безупречных эффектов, а получавшиеся слабые подъемы кривой при раздражении *n. sympathicus* можно было счесть за случайные повышения одиночных сокращений.

Как видно из таблицы, феномен Гинецинского при раздражении симпатической цепочки определенно и хорошо выражен в 79,4%

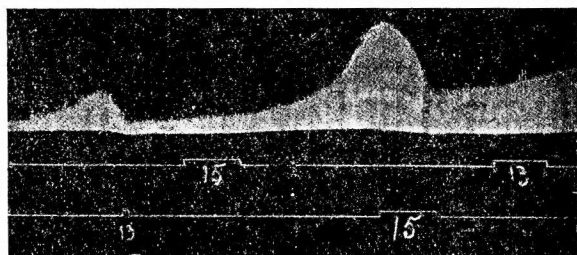


Рис. 1а.

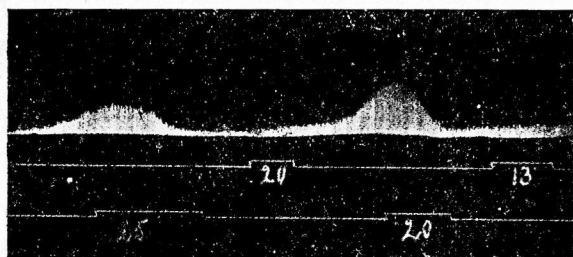


Рис. 1б.

Рис. 1а и 1б Из опыта 11. IV. Отрезок кривой *a* записан приблизительно через 7 мин. после начала раздражения, отрезок *b* непосредственно за ним. Порог для корешков 95 см, раздражение при 65 см с ритмом 40 в 1 мин. *Peroneus* (верхняя линия отметчика) и *sympathicus* (нижняя линия) раздражаются с ритмом 80 в 1 сек. Сила в сантиметрах показана на кривых. Читать справа налево.

всех случаев, в 14,7%, он сомнителен и только в 5,9% отсутствует совсем. Для индифферентных нервов отсутствие феномена наблюдается во всех 100%.

ТАБЛИЦА 1

Г р у п п ы	Общее количество опытов	Повышение кривой при раздражении симпатического нерва			Повышение кривой при раздражении инд. нерва	
		Есть		Нет.	Есть	Нет
		Определен.	Сомнит.			
I группа						
Опыты с <i>reopaеus</i>	23	16	5	2	—	23
II группа						
Опыты с задн. кор.	11	11	—	—	—	11
Всего	34	27	5	2	—	34
% случаев	100	79,4	14,7	5,9	—	100

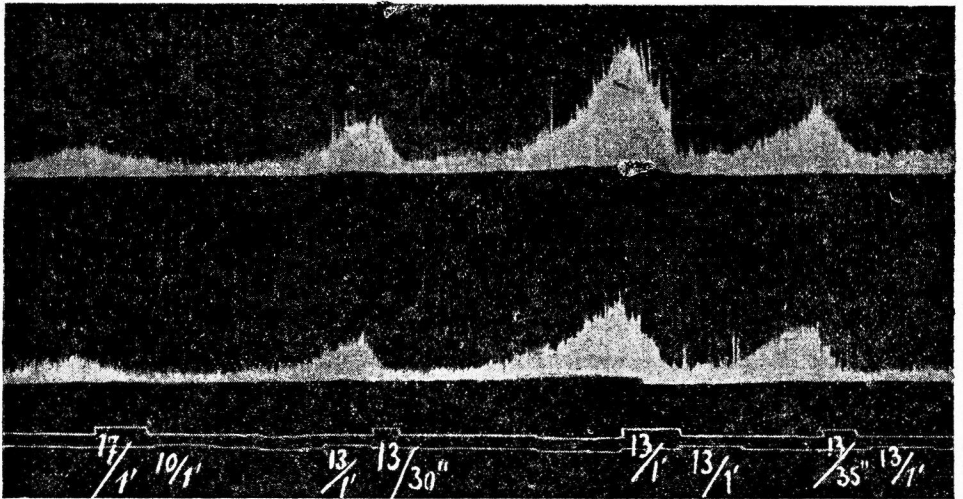


Рис. 2. Данный отрезок кривой из опыта 25. VIII. 27 г. записан спустя 20 мин. от начала записи. Верхняя запись относится к правой мышце, нижняя — к левой. Порог для перед. кор. той и другой стороны 49 см, раздражение при 30 см с ритмом 40 в 1 мин. *Symplicus* (верхняя линия отметчика) и задние правые кор. (нижняя линия) раздражаются с силой и длительностью, отмеченными на кривой. Ритм раздражения везде 80 в 1''. Читать справа налево.

Таким образом в условиях опыта Гинецинского акционные токи сами по себе, повидимому, совершенно бездейственны, и во всяком случае феномен Гинецинского ими объяснить нельзя.

Что касается того обстоятельства, что, несмотря на известное сходство с опытом Негип'а особенно при раздражении п. *reopaеi*, мне ни разу не удалось получить раздражающего действия акционных токов, то нужно отметить, что и самому Негип'у это удавалась только на охлажденных лягушках и почти непосредственно вслед за нанесе-

нием поперечного разреза. Оба эти условия в моих опытах отсутствовали, так как лягушка до опыта большее или меньшее время выдерживалась при комнатной температуре, а поперечный разрез передних корешков производился сравнительно задолго до начала опыта.

Если для объяснения феномена Гинецинского отпадает третья из вышеперечисленных возможностей — возможность раздражающего действия акционных токов, то приходится признать прямое влияние симпатических импульсов на самую мышцу.

Влияние раздражения задних корешков на симпатический эффект на мышце.

Опыты с раздражением задних корешков, как мы видели, не дали ни в одном случае повышения или понижения мышечной кривой.

Этот результат говорит определенно против возможности в обычных условиях обнаружить влияние проходящих в задних корешках парасимпатических волокон на функцию скелетной мышцы. Однако мыслима и такая форма воздействия парасимпатического нерва на мышцу, когда парасимпатические импульсы окажут известное влияние на протекание симпатических эффектов, подобно тому, как в опытах Орбели и Гинецинского (17) мы имеем обратный случай влияния *p. sympathici* на протекание псевдомоторного эффекта от раздражения парасимпатических волокон (*p. lingualis*). Исходя из такой точки зрения, в недавнее время И. А. Барышников (18) пытался обнаружить влияние парасимпатических импульсов на симпатический эффект. Приведа ряд кривых, в которых обнаруживается резкое различие в симпатических эффектах, полученных на фоне утомления от раздражения одних двигательных волокон (передние корешки) или от одновременного раздражения двигательных и парасимпатических (передние и задние корешки); автор приходит к довольно категорическим выводам:

„Утомление *m. gastrocnemii* через раздражение двигательных корешков от раздражения симпатического нерва не исчезает или исчезает очень редко, но характер кривой несколько отличен, чем в предыдущем случае (при утомлении мышцы через раздражение спинного мозга.—П. Н.)

И далее: „... Симпатический эффект получается, если раздражению симпатического нерва предшествует или одновременно с раздражением его происходит раздражение тетанизирующими ударами чувствительных корешков.“

Такие утверждения автора вызывают к ним естественное скептическое отношение и, во всяком случае, с утверждением, что: „... при удалении чувствительных корешков одной стороны раздражение симпатической цепочки дает эффект только на стороне, имеющей целыми и чувствительные корешки, подвергающиеся раздражению“ ... согласиться совершенно невозможно. В своих опытах по изучению влияния симпатического нерва на мышцу (а их насчитывается несколько сот) я применял для вызова утомления мышцы почти исключительно раздражение одних передних корешков, и это отнюдь не препятствовало развитию прекрасных, иногда гигантских симпатических эффектов.

Мало того, при постановке опытов с задними корешками я попутно интересовался тем же самым, что и Барышников, и пытался выяснить, существует ли влияние предварительного раздражения задних корешков на величину и характер симпатического эффекта (рис. 2). Кроме того, позже в дополнение к прежним опытам было

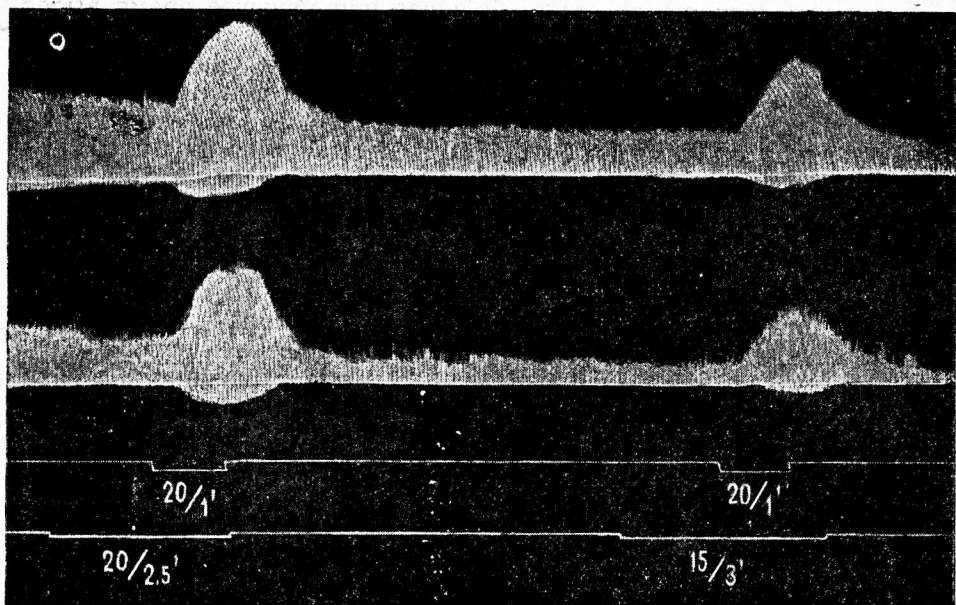


Рис 3. Отрезок кривой из опыта 3.IX. 30 г., записанный спустя 6' от начала опыта. Верхняя кривая относится к левой мышце, нижняя — к правой. Порог для передних корешков: правых — 79 см, лев. — 84 см. Приложенное раздражение — 50 см. Ритм раздражения для пер. кор. — 40 в 1', для симпатич. н. (верхняя линия отметчика) — 50 в 1" и для левых задних корешков — 10 в 1". Читать слева направо.

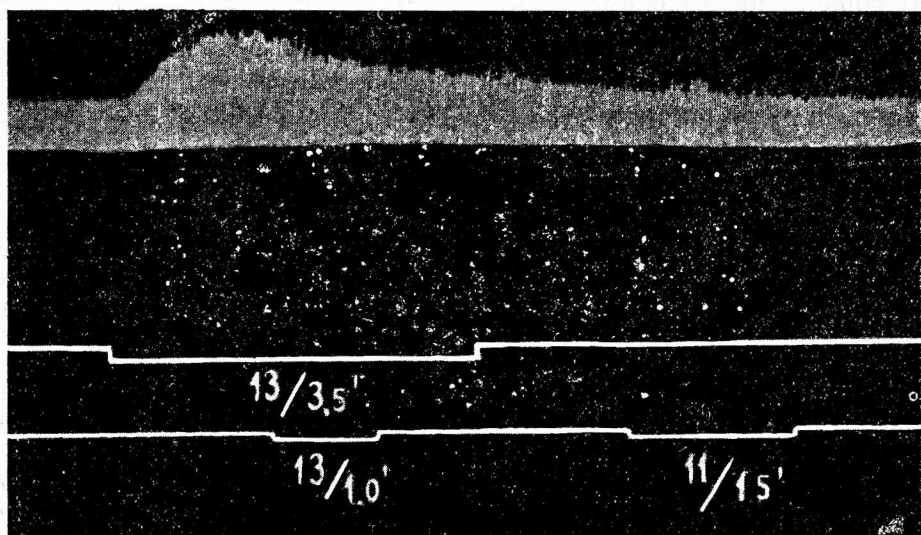


Рис. 4. Из опыта 8. IX. 30 г. Представленный участок кривой записан примерно через 60' от начала записи. Пор. для пер. кор. 98 см, запись сделана при 30 см. Ритм для пер. кор. 40 в 1', для симпат. н. (верхний отметчик) — 50 в 1" и для задних кор. (нижний отметчик) — 20 в 1". Читать слева направо.

поставлено мною некоторое количество новых опытов, где уже комбинировалось одновременное раздражение задних корешков с раздражением симпатического нерва. Результаты этих опытов показали, что в обычных опытных условиях, аналогичных условиям опыта Орбели — Гинецинского, импульсы, идущие к мышце по парасимпатическим путям, практически не оказывают никакого влияния на симпатический эффект и во всяком случае на основании таких опытов крайне рискованно утверждать их положительное влияние на последний.

Для иллюстрации наблюдающихся здесь отношений привожу две кривые. Первая из них (рис. 3) взята из опыта на двустороннем препарате, где передние корешки той и другой стороны раздражаются с одних электродов, точно так же как и симпатические стволы, накинутые на другую пару электродов. Задние корешки здесь целы только на левой стороне и раздражаются с отдельных электродов.

В этом опыте раздражение обоих *sympathicus*'ов производится на фоне тетанизации левых задних корешков, и мы видим, что не только не наблюдается выпадения симпатических эффектов на той стороне, где задние корешки совершенно вырезаны, но и не удается заметить определенной разницы в эффектах той и другой стороны.

На рис. 4 приведен обратный случай, когда задние корешки раздражаются на фоне длительной тетанизации пограничного ствола. Этот последний случай повторяет как-раз те опытные условия для получения наилучшего парасимпатического сосудистого эффекта, которые применялись в работе И. А. Ветохина (19) и о которых упоминает Барышников.

Опять же мы видим, что раздражение задних корешков не дает никакого отражения на кривой утомления, и симпатический эффект протекает так, как он протекал бы без всякого вмешательства со стороны парасимпатических импульсов.

На основании этих, правда, немногочисленных опытов, поставленных с определенной надеждой обнаружить то или иное влияние парасимпатического нерва на судьбу симпатического эффекта, приходится с большой осторожностью отнестись к утверждениям о явном положительном влиянии задних корешков на результат тетанизации пограничного ствола.

Этим я не хочу сказать, что не существует влияния парасимпатического нерва на процессы, протекающие в скелетной мышце вообще, и симпатический эффект на ней в частности, но по всей вероятности для обнаружения этого влияния нужны какие-то специальные условия и уже во всяком случае недостаточны те, которые применял в своей работе Барышников.

Поступило в редакцию

26 июня 1932 года

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинецинский А. Г. Рус. физ. ж., т. VI, 1923.
2. Wastl H. Journ. of physiol. V. LX, p.8, 1925.
3. Вацадзе Г. С. Жур. эксп. биол. и мед. № 8, 1926.
4. Введенский Н. Е. О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе. Стр. 96—116, 1886.
5. Гинецинский А. Г. Труды 3-го Всесоюз. съезда физиол., стр. 240. 1928.
6. Некрасов П. А. Гиг. труда, № 11, 1927.
7. Он же. Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы. Вып. 3, 1930.
8. Гинецинский А. Г. Рус. физ. журн. т. X, 1927 г.
9. Он же. Труды II Всесоюз. съезда физиол., стр. 255, 1926.
10. Гершун Г. В. Рус. физ. журн. т. XIII, вып. 6, стр. 667, 1930.
11. Он же. Там же стр. 680.
12. Беритов И. С. Труды IV Всесоюз. съезда физиол., стр. 25, 1930.
13. Гедеван Д. Жур. эксп. биол. и мед., т. XII серии А., № 39, стр. 28. 1930.
14. Он же. Там же,

стр. 35. 15. Hering E. Wiener Sitzungsbericht LXXXV, Abt. 3. Цитировано по „Jahresbericht über d. Leistung u. Fortschritte in d. ges. Medizin. 1882, Bd. I. 16. Ken Kuré, Joshio Nitta etc. Pil. Arch, Bd. 218, H. 5/4, 1928. 17. Гинецинский А. Г. и Орбели Л. А. Рус. физ. жур. т. XII, в. 1—2, 1927. 18. Барышников И. А. Рус. физ. жур. т. XIII, в. 4—5, 1930. Цитированы (не полностью) 2, 3 и 5 пункты заключения. 19. Ветохин. Рус. физ. журн. т. VIII, в. 1—2, 1925.

KANN DER SYMPATHISCHE EFFEKT AN DEM QUERGESTREIFTEN MUSKEL DURCH DIE WIRKUNGSSTRÖME ERKLÄRT WERDEN?

Von P. A. Nekrassow

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Instituts für Gewerbehygiene und Unfallverhütung. (Vorstand des Laboratoriums—Prof. M. S. Winogradow, Direktor des Instituts—Prof. B. B. Koiranski)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung stellte sich der Verfasser zur Aufgabe aufzuklären, ob die Aktionsströme, welche in den sympathischen Fasern in der Nachbarschaft mit den motorischen Fasern verlaufen, bei der Reizung des Grenzstranges eine gewisse Rolle in der Herstellung der „Restitutionswelle“ an der Ermüdungskurve des isolierten Frostmuskels spielen.

Zu diesem Ziele wurden in zwei Versuchserien der zentrale Abschnitt des Fibularnervs und die peripherischen Enden der hinteren Wurzeln, unter denselben Bedingungen und mit Anwendung desselben Stromes, wie bei der Tetanisierung des N. sympathicus, zur Erhaltung des sympathischen Effektes gereizt.

Die Versuche haben gezeigt, dass die Reizung dieser Nerven, deren Fasern in den gemeinsamen Stamm des Nervus ischiadicus eintreten und daselbst auf einer gewissen Strecke neben den motorischen Nerven verlaufen, gar keine Wirkung auf den Verlauf der Ermüdungskurve ausübte, während die Kontrollreizung des Nervus sympathicus unter denselben Bedingungen einen regelmässigen (mit wenigen Ausnahmen) vortrefflich ausgesprochenen Anstieg der Kontraktionen ergab.

Die gestellte Frage muss also negativ beantwortet werden; im sympathischen Effekt am ermüdeten Muskel muss man aber eine direkte Wirkung der sympathischen Impulse auf das Muskelgewebe selbst ersehen.

In derselben Arbeit wurde bei den Versuchen an den hinteren Wurzeln eine besondere Aufmerksamkeit der Frage geschenkt, ob die Wirkung der Reizung der hinteren Wurzeln (der parasymphatischen Fasern) auf die Grösse und den Charakter des sympathischen Effekts sich äussert, was, Z. B.; von Baryschnikow auf Grund seiner Versuche behauptet wird. In verschiedenen Versuchen wurden drei verschiedene Varianten der kombinierten Reizung des N. sympathicus und der parasymphatischen Fasern (der hinteren Wurzeln) geprüft: die Reizung dieser letzteren direkt vor der Reizung der ersten, die Reizung der hinteren Wurzeln auf dem Hintergrund der Tetanisierung des Sympathicus und die Reizung des Sympathicus auf dem Hintergrund der Tetanisierung der hinteren Wurzeln. Dabei wurde in einem Teil der Versuche die Kontrolle in der Form eines Nervenmuskelpräparates des Sympathicus und der Wurzeln der anderen Seite mit ausgeschnittenen hinteren Wurzeln angewandt.

In allen Fällen gelang es gar keine Wirkung der Reizung der hinteren Wurzeln auf das Schicksal des sympathischen Effekts festzustellen.

Das veranlasst uns zur Schlussfolgerung, dass im Falle der Existenz der Wirkung von parasymphatischen Impulsen auf den Skelettmuskel, für die Nachweisung derselben der erwähnte Hintergrund nicht genügt, sondern irgend-welche feine und spezielle Bedingungen notwendig sind.

ВЛИЯНИЕ СИМПАТИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН НА ХОД УТОМЛЕНИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ, РАЗДРАЖАЕМЫХ С ПЕРЕРОЖДАЮЩИХСЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ¹

А. Т. Худоржева

Из физиологической лаборатории 1-го Медицинск. института (зав. — проф. Л. А. Орбели)

Факт влияния симпатической нервной системы на функциональное состояние поперечнополосатой мускулатуры установлен работами лаборатории Л. А. Орбели (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11). Опытами Гинецинского в 1923 г. доказано повышение работоспособности утомленной мышцы при раздражении симпатического нерва. Стрельцовым было обнаружено положительное и отрицательное действие симпатического нерва в отношении периферического нервно-мышечного прибора при непрямом раздражении. Работы Лебединского (17), Крепса и Стрельцова (18) показывают влияние *sympathicus*'а на физико-химические процессы в мышце.

Однако не все исследователи были согласны с этими выводами лаборатории Л. А. Орбели. Так Вастль (Wasthl, 14) в Кембриджском университете в 1925 г. повторила опыты Гинецинского, касающиеся влияния симпатического нерва на кривую мышечного утомления. Из 24 экспериментов Вастль ни в одном не получила положительного результата. Вацадзе (13), также повторивший опыты Гинецинского, считал, что повышение сокращений мышцы не является следствием влияния симпатической нервной системы на скелетную мышцу, а есть результат несовершенства методики. Несмотря на полную убедительность данных, полученных Гинецинским, возражения вышеуказанных авторов требовали проверки результатов его опытов со стороны нескольких лиц. Поэтому по предложению Л. А. Орбели в первой части своей работы я занялась повторением опытов Гинецинского. Когда эта часть работы была закончена, появились работы Некрасова (4), Maybach (21), Nakanischi (16), Baumann (20), Van Dijk (19), также подтвердившие результаты опытов Гинецинского.

Во второй части те же опыты были повторены на лягушках с перерезанными соматическими нервами.

МЕТОДИКА

Опыты были произведены над лягушками (*Rana temporaria*), большей частью самцами. Лягушки убивались разрушением головного и спинного мозга; вскрывалась брюшная полость, и все внутренности удалялись. Тщательно отпрепаровывался *truncus sympathicus* правой стороны от аорты и подлежащих тканей, брался на лигатуру, и затем перерезались все *gami communicantes* за исключением идущих к VII, VIII, IX нервам. Левая лапка и вся верхняя часть лягушки до уровня последних грудных позвонков удалялись.

¹ Доложено на III Всесоюзном съезде физиологов в Москве в 1928 г.

Препарат выдерживался во влажной камере в течение 40 минут и после этого помещался во влажную камеру, служившую для опытов.

Tupicus sympathicus и соматические нервы VII, VIII, IX ниже места присоединения симпатических нервных волокон укладывались на две пары платиновых электродов, идущих от двух санных аппаратов Du-Bois-Reymond'a в 6000 оборотов вторичной спирали, расположенных на расстоянии одного метра в перпендикулярном направлении друг к другу. Отпрепарованный *m. gastrocnemius* соединялся с миографом.

Межполюсное расстояние электродов для симпатического нерва равнялось $1\frac{1}{2}$ —2 мм для соматических нервов 5—6 мм. Лигатура симпатического нерва всегда была поднята и препарата не касалась.

Гинецинский (5) в своих первых работах раздражал соматический нерв в том участке, где он не содержит симпатических волокон, т. е. его корешки в спинномозговом канале. Но в дальнейших исследованиях было показано, что не получается никаких отличий в результате в том случае, если соматический нерв раздражается ниже места присоединения симпатических волокон, так как сила тока, применяемая для соматического нерва, далеко не достаточна для симпатических волокон, проходящих в общем нервном стволе. Раздражение же периферического нерва вместо спинномозговых корешков значительно упрощает методику.

Раздражался соматический нерв ниже места присоединения симпатических нервных волокон. Симпатический нерв раздражался на уровне VII—VIII ганглиев. Источником тока для раздражения соматического нерва был двухвольтовый аккумулятор. Прерывателем тока служил вращающийся эбонитовый диск, несущий на себе платинированные контактные поверхности и приводимый в движение мотором. Замыкательные удары отводились. Ритм от 30 до 50 ударов в 1 минуту. Для раздражения симпатического нерва применялся индукционный ток от катушки, в первичную цепь которой включался городской переменный ток, пропущенный через 16-свечевую угольную лампочку.

Сила тока для соматического нерва бралась при 27—17 см расстояния первичной спирали от вторичной. Для симпатического нерва сила тока при расстоянии катушек 7—10 см.

Sympathicus раздражался в течение 1—1½ минуты. Камера обильно увлажнялась для предупреждения подсыхания препарата, в ней имелось только одно отверстие внизу для вывода сухожилия мышцы.

Экспериментальная часть

1. Опыты на нормальных лягушках.

Метод утомления мышцы, дающий наиболее выгодный фон для развития симпатических эффектов, был использован мною в этой работе. Первоначально мышца, раздражаемая через нерв отдельными индукционными ударами, давала сильные сокращения, но постепенно развивалось утомление, в смысле времени индивидуально для каждой лягушки. Если на этом фоне присоединялось раздражение симпатического нерва, то спустя некоторое время картина начинала изменяться. Несмотря на продолжающееся все время утомление высота отдельных сокращений увеличивалась. Этот эффект продолжал нарастать и после прекращения раздражения *sympathicus'a*. Эффекты *sympathici* могут быть вызваны на одном и том же препарате несколько раз (рис. 1). Однако, не всегда эффект от раздражения *sympathicus'a* выступает в таком закономерном и ровном виде, т. е. в момент раздражения *sympathicus'a* постепенное увеличение сокращений, которое может продолжаться и после раздражения *sympathicus'a* и затем постепенное падение волны. Формы влияния симпатического нерва на ход утомления мышцы очень разнообразны: в некоторых опытах не было характерного поднятия высоты отдельных сокращений, но не было и падения. Утомление как бы приостанавливалось. В других случаях раздражение симпатического нерва сопровождалось резким, быстро наступающим и крутым падением высот сокращений.

В наибольшей части опытов раздражение симпатического нерва сопровождалось как бы двухфазным действием — сначала понижение, а в последствии повышение высот сокращений. В других случаях, когда утомленная мышца давала неровную кривую с чередованием

сокращений большого и меньшего размаха, присоединение раздражения симпатического нерва выравнивало эту кривую, устанавливало ее на равной высоте сокращениях, иногда даже большего размаха, чем до раздражения.

Опытов, произведенных на нормальных лягушках, было 43. Из них в 29 получился положительный результат, т. е. эффекты от раздражения симпатического нерва выражены очень ясно. В 14 случаях эффекта не было; причем из этих 14 отрицательных опытов 8 кривых, полученных в самом начале работы, имели большое сходство с такими в опытах Вацадзе (13). В момент самого начала раздражения симпатического нерва мышца давала сильные сокращения одно-два, после чего возбудимость сразу же падала и больше не поднималась. Эти кривые были истолкованы как результат методических ошибок, а именно униполярного распространения тока, что встречается при работах с сильными индукционными токами. Поэтому необходимым явилось устранение этого источника ошибок, для чего дистальный



Рис. 1. Запись сокращений икроножной мышцы нормальной лягушки при непрямом раздражении. На фоне утомления 3 раза присоединяется раздражение симпатического нерва (подъем сигнальной линии).

электрод, подающий ток для симпатического нерва, соединялся с землей. Большое значение имело и межполюсное расстояние электродов. Увеличивая межполюсное пространство, тем самым увеличиваем сопротивление для тока. А чем больше сопротивление для тока в межполюсном промежутке, тем более благоприятные условия для униполярного действия. Поэтому каждый раз перед опытом проверялось межполюсное пространство электродов (для *sympathicus*'а 1,5—2,0 мм). Кривые, полученные после усовершенствования методики (заземление дистального электрода и точное соблюдение межполюсного пространства), носили совершенно другой характер: медленное, волнообразное нарастание эффекта, спустя некоторое время после начала раздражения симпатического нерва, продолжающееся еще некоторое время после конца раздражения, т. е. вполне совпадали с кривыми Гинецинского и резко отличались от кривых Вацадзе.

Проф. Л. А. Орбели на II Всесоюзном съезде физиологов в 1926 г. в прениях по докладу Вацадзе говорил, что „кривые, которые представлены Вацадзе, не имеют ничего общего с тем, что получил и описал Гинецинский, а вполне сходны с теми кривыми, которые получались в начале работы, были истолкованы как результат методических ошибок и были выброшены. Только те явления, которые сохранялись при соблюдении всех предосторожностей, рассматриваются как результат раздражения симпатического нерва“. Кривые, сходные с кривыми Гинецинского, получены Степановым при (9) химическом раздражении симпатических узлов никотином. Совпадение результатов электрического и химического раздражений определенно говорит о том, что усиление мышечных сокращений под влиянием раздражения *sympathicus*'а не есть результат несовершенства методики, а должен быть рассматриваем как факт несомненного влияния сим-

патической нервной системы на функциональное состояние поперечно-полосатой мускулатуры.

Помимо лаборатории Л. А. Орбели те же самые данные получены П. А. Некрасовым (4), занявшимся выяснением разногласия между Л. А. Орбели и его сотрудниками с одной стороны, Беритовым и Вацадзе с другой. В дальнейшем, допуская возможность повышения одиночных сокращений в результате влияния акционных токов на возбудимость двигательных волокон, Некрасов раздражал в стадии утомления мышцы поочередно симпатический нерв и п. регоней или задние корешки. Опыты показали, что в то время как раздражение симпатического ствола дает эффекты, раздражения п. регоней или задних корешков не вызывает никакого повышения сокращений, хотя условия для распространения акционных токов в том и в другом случаях были одинаковы. Таким образом, эти опыты определенно показали, что объяснить симпатический эффект на скелетной мышце токами действия нельзя.

Nakapischí (16) (цитировано по Шнейдеру) установил положительное влияние симпатической нервной системы на работающую скелетную мышцу: высота тетанического сокращения мышцы была гораздо больше, когда вместе с двигательными корешками раздражался и симпатический нерв.

На основании целого ряда работ можно видеть, что симпатические эффекты особенно хорошо выступают на фоне гиподинамических состояний и в частности на фоне утомления, отравления хлорал-гидратом, кураре, стрихнином. Так Гинецинский, Степанов наблюдали эффекты на фоне утомления скелетной мышцы. Стрельцов обнаружил положительное и отрицательное батмотропное влияние на мышцу со стороны симпатического нерва на фоне отравления хлорал-гидратом. Пропуская через абдоминальную аорту рингеровский раствор с присоединением в известные моменты хлорал-гидрата, он определял пороги раздражения корешков спинномозговых нервов. Через 15 минут производилось раздражение симпатического нерва и вновь определялся порог. Стрельцов наблюдал, что симпатический нерв удлиняет время отравления мышцы, кривая возбудимости имеет более отлогий вид. Наступающее падение кривой выравнивается и вновь повышается, как только вводится раздражение симпатического нерва. Контрактура не наступает так быстро, как при одном хлорал-гидрате.

Стрельцовым показано также влияние симпатического нерва на скелетную мышцу на фоне отравления кураре, стрихнином. Раздражение симпатического нерва снимает блок, вызванный кураре и стрихнином, и растягивает падение возбудимости на долгий срок.

Так как симпатические эффекты особенно резко выступают на фоне гиподинамических состояний, представлялось интересным выяснение влияния симпатических нервных волокон на ход утомления скелетных мышц на фоне развивающегося перерождения спинальных нервов, как одной из форм, нарушающих нормальные условия. По предложению Л. А. Орбелия занялась изучением этого вопроса.

2. Опыты на лягушках с перерождающимися соматическими нервами.

Эксперименты производились на зимних лягушках (*Rana temporaria*). Лягушки временно подвергались операции перерезки на одной стороне VII, VIII и IX спинальных нервов по выходе из спинномозгового канала до присоединения гг. сомитисаплет п. sympathici. Операции производились под эфирным наркозом в стерильных условиях. Эфирный наркоз в виде 1½% эфирной ванны давался в течение 20—30%. Разрез делался боковой позадибрюшино. Оперированные лягушки помещались в со-

суд с водой при температуре 10—12° R. Вода менялась каждый день. Часть лягушек, получивших эфирный наркоз, не была оперирована, а оставлялась для контроля.

Постановка опытов ничем не отличалась от вышеизложенной, применяемой для нормальных лягушек. Опыты производились постепенно через 2, 3, 4 и т. д. дней после перерезки. Лягушки прослежены после операции до 14-го дня включительно.

Для опыта бралась оперированная лягушка, также убивалась разрушением головного и спинного мозга; вскрывалась брюшная полость, и все внутренности удалялись. Trunci sympathici отпрепаровывались с той и другой стороны и брались на лигатуры, а затем перерезались гг. communicantes за исключением идущих к VII, VIII, IX нервам. Вся верхняя часть лягушки до уровня первого поясничного позвонка удалялась. Затем препарат по средней линии позвоночника делился на две половины, из которых одна с предварительной перерезкой спинальных нервов и другая без перерезки (контроль). Сначала опыт производился с оперированной половиной, спустя 40 мин. после препаровки. Когда мышца была достаточно утомлена, для опыта бралась вторая половина, находившаяся до этого во влажной камере.

Также на фоне утомления мышцы присоединялось раздражение trunci sympathici, раздражаемого силой тока при 7—10 см расстояния первичной спирали от вторичной в течение 1—1½ мин. Сила тока для спинальных нервов бралась различная, смотря по времени, прошедшему со дня операции. Прилагаемые таблицы наглядно поясняют это.

Через первые 2—5 дней после перерезки эффект от раздражения симпатического нерва получается в 76% случаев (табл. 1). Из 21 опыта — 16 положительных. Симпатический эффект выражен более резко, нежели в норме, и особенно в первые 3 дня после перерезки (рис. 2 и 3).

В начале опыта, когда мышца еще не утомлена и ток для раздражения спинальных нервов берется субмаксимальный около 20,0—18,0 см расстояния первичной спирали от вторичной, раздражение симпатического нерва не дает эффекта или дает очень слабый. Эффект резко выражен при максимальных токах (т. е. такая сила тока, которая вызывает максимальные сокращения мышцы и увеличение силы тока, не дает усиления сокращений).

Эффекты sympathici могут быть вызваны на фоне перерождения на одном и том же препарате много раз (до 6—7 раз). Через 6, 7, 8, 9 дней после перерезки также получают эффекты sympathici, но значительно слабее, нежели на нормальной стороне, и характеризуются более длинным латентным периодом. Увеличение возбудимости падает главным образом на период последствия (рис. 3, 6, 7 и 8). Кроме того, здесь часто встречается отрицательное действие при раздраже-

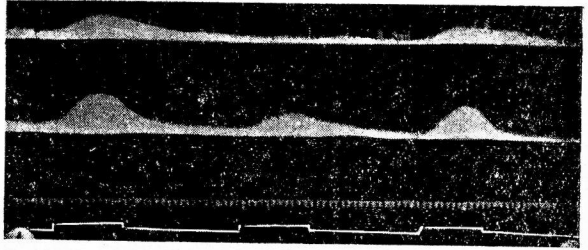


Рис. 2. Верхняя миограмма записана контрольной мышцей неоперированной стороны, нижняя — мышцей оперированной стороны спустя 2 дня после перерезки нерва.

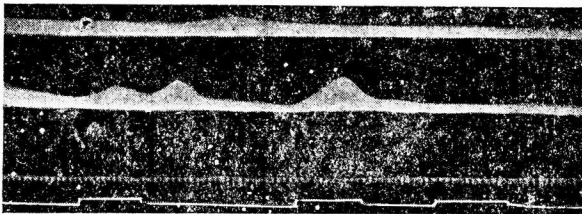


Рис. 3. Верхняя миограмма записана мышцей стороны, оперированной за 8 дней до опыта, нижняя — мышцей стороны, оперированной за 3 дня до опыта.

нии симпатического нерва. Возбудимость нервно-мышечного препарата при раздражении п. *sympathicus* сразу резко падает, в некоторых случаях восстанавливается, и впоследствии происходит увеличение высоты сокращений, в других же случаях возбудимость после падения не восстанавливается.

Опытов с этими сроками перерождения поставлено 38; из них в 22 опытах получился положительный результат, т. е. эффекты от раздражения симпатического нерва выражены отчетливо. Через 10—11 дней после перерезки нервов сокращения мышцы очень слабые, даже при сдвигании катушек до 10—11 см (табл. 1). Эффекты от раздражения *sympathicus*'а выражены очень слабо и в очень малом числе опытов. Через 12, 13, 14 дней сокращения мышцы минимальны даже при сдвигании катушек до 0. Эффектов от раздражения симпатического нерва обнаружить не удалось. Поставлено 18 опытов (табл. 1). В контрольных опытах с нормальной стороной никаких отличий по сравнению с нормальными лягушками нет. Необходимо отметить, что в более поздние сроки дегенерации на 8—9—10-й дни при раздражении мышцы через спинальные нервы сокращения в небольшой части опытов получались неровные даже в начале опыта, когда мышца не утомлена. * Присоединение раздражения симпатического нерва обычно приводило к выравниванию кривой и устранению перебоев.

Вследствие наблюдающихся изменений в продолжительности латентного периода симпатических эффектов, в зависимости от сроков развивающейся дегенерации спинальных нервов, были поставлены опыты с целью более точного определения продолжительности его. Методика в основном была та же самая, изменения были лишь в способе регистрации и источнике раздражения.

Препарат не делился на две половины, как в более ранних опытах, а путем разреза кожи сухожилия *m. gastrocnemii* с той и другой стороны выводился наружу и соединялись с двумя установленными в одной плоскости угловыми рычажками (отношение плеч 1 : 5, нагрузка на мышцу 10 г). Такая постановка давала возможность одновременно регистрировать мышцу оперированной и неоперированной стороны. Оба поясничных сплетения клались на одну пару электродов, а *truncus sympathicus* той и другой стороны — на другую пару электродов. Для раздражения симпатического нерва служил индукционный ток санного аппарата, через первичную цепь которого шел городской переменный ток, пропущенный через 16-свечевую угольную лампочку, как и в более ранних опытах. Для спинальных нервов разряды конденсатора (микрофарады, емкость 0,5) через неоновую лампу и первичную обмотку трансформатора по схеме Шеминского. Частота разрядов могла изменяться от 10 в 1 мин. до нескольких сот в секунду. Сила раздражающего тока для спинальных нервов подбиралась таким образом, чтобы сокращения мышцы правой и левой стороны были как-раз максимальные, ритм раздражения от 30 до 40 в 1'. Таким образом, ток брался не чрезмерный, раздражения посылались сравнительно в редком ритме, что уменьшало возможность раздражения симпатических волокон, проходящих в нервных стволах. Время измерялось часами Боудича.

Поставлено 56 опытов (табл. 2). Из них симпатические эффекты получены на оперированной стороне в 36 опытах, а на контрольной в 44 опытах. Симпатические эффекты в первые дни после операции встречаются в большем количестве опытов, чем в более поздние сроки дегенерации. Определение латентного периода произведено в опытах, выполненных в течение 8 дней после операции. В первые 2—3 дня после операции эффекты раздражения симпатического нерва выражены более резко по сравнению с контрольной стороной и латентный период значительно укорочен. В первые 3 дня продолжительность латентного периода колеблется от 3 до 10 сек. На контрольной стороне от 10 до 30 секунд (рис. 2 и 3). На 4-й и 5-й дни после перерезки в 6 опытах из 15 эффекты получились более резкие по сравнению с контрольной половиной, и латентный период

ТАБЛИЦА 1

	Количество опытов	Сила тока для спинальных нерв.	Сила тока для п. sympathici	Время раздраж. п. sympathici	Результаты опытов	Примечание
Опыты с нормальными лягушками	43	От 27 см до 17 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. опытов 29 и 14 отриц.	Из 14 отрицат. 8 опытов поставлено с неуспешностью методикой
Через 2 дня после перерезки	8	От 25 см до 15 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. опытов 7 и 1 отриц., не было эффекта	Эффекты выражены более резко, чем в норме
Через 3 дня после операции	6	От 25 см до 15 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. все 6 оп.	Очень сильный эффект симпатич. раздраж.
Через 5 дней после перерезки	7	От 20 см до 13 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. 3 опыта	
Через 6 дней после операции	12	От 17 см до 14 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. 9 опытов.	Более длит. латентн. период
Через 7 дней после операции	9	От 17 см до 14 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	Положит. 6 опытов	Более длит. латентн. период
Через 8 дней после операции	7	От 16 см до 12 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	3 положит.	Более длит. латентн. период
Через 9 дней после операции	10	От 16 см до 12 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	4 положит.	Длинн. латент. период
Через 10 дней после операции	10	От 13 см до 11 см	От 7 см до 10 см	1'—1½'	3 положит.	Эффект выраж. слабо. Длинный латент. период и длит. последств.
Через 11 дней после операции	4	10—11 см	От 7 до 10 см	1'—1½'	1 положит.	Сокращения мышцы очень слабые, симпатический эффект выражен слабо
Через 12 дней	7	От 10 до 0	От 7 до 10 см	1'—1½'	Симпатич. эффекта нет	Сокращения мышцы едва заметные даже при сдвигании катушек до 0
Через 13 дней	5	От 10 до 0	От 7 до 10 см	1'—1½'	Эффекта нет	То же самое
Через 14 дней	6	От 10 до 0	От 7 до 10 см	1'—1½'	Эффекта нет	Сокращений мышца не дает даже при очень сильных токах

ТАБЛИЦА 2

Сроки развивающейся дегенерации	Количество опытов	Частота разряд. конденсатор.	Сила тока для п. suprathic.	Время раздражения симпат. нерва	Продолжит. латентного периода в секундах	Результат опытов	Примечание
Опыты на лягушках через 2 дня после операции	8	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	3—10	В 7 опытах положит. симпатич. эффекты	Эффекты выражены очень резко
	8	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	10—25	В 7 опытах положит. симпатич. эффекты	Менее резко
Через 3 дня после операции	10	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	3—10	В 8 положит. симпатич. эффекты	Симпатические эффекты выражены резко
	10	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	10—30	В 8 положит. симпатич. эффекты	Менее резко
Через 4 дня после операции	7	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	5—30	В 6 опытах симпат. положительн. эфф.	Эффекты выражены отчетливо
	7	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1 ½ мин.	10—30	В 6 опытах симпат. положительн. эфф.	Эффекты выражены отчетливо

Через 5 дней после операции	Оперирован.	8	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см первичной спирали от втор.	1 — 1½ мин.	10—40	В 5 опытах пол. симпат. эфф.	Эффекты выражен. отчетливо
	Контроль.	8	От 30 до 40 в 1'	От 7 до 10 см расстояния первичной спирали от втор.	1 — 1½ мин.	10—30	В 6 опытах	Эффекты в 2 опытах выраж. более резко
Через 6 дней после операции	Оперирован.	9	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	25—45	В 6 опытах	Эффекты симпатич. выражены менее отчетливо
	Контроль.	9	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	10—30	В 8 опытах	В 6 опытах эффекты выражены более резко, чем на опер. стороне
Через 7 дней	Оперирован.	7	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	25—60	В 2 опыт. получ. пол. результат	Эффекты симпат. слабые и сокращ. мышцы слабе
	Контроль.	7	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	10—30	В 4 опытах по-ложит. эффект	Эффекты симпат. отчетливы
Через 8 дней	Оперирован.	7	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	30—60	В 2 опытах симпатич. эфф.	Сокращения мышц слабые, эффекты выражены слабо
	Контроль.	7	От 30 до 35 в 1'	От 7 до 10 см	1 — 1½ мин.	20—30	В 5 опытах положительные результаты	Эффекты симпат. отчетливы

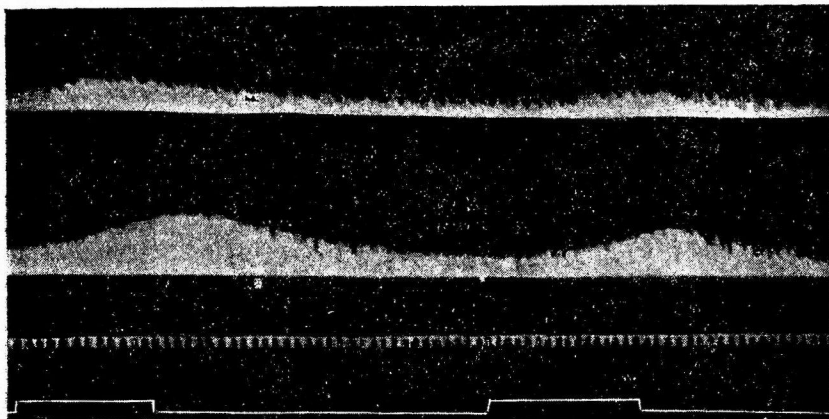


Рис. 4. Верхняя миограмма записана контрольной мышцей неоперированной стороны, нижняя—мышцей оперированной стороны спустя 4 дня после операции.

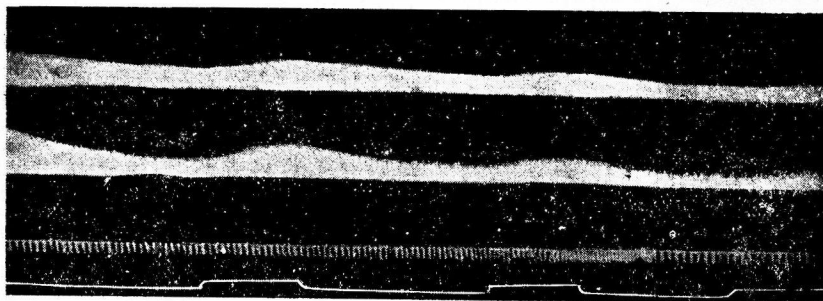


Рис. 5. Верхняя миограмма записана контрольной мышцей, нижняя записана мышцей оперированной стороны спустя 5 дней после операции.

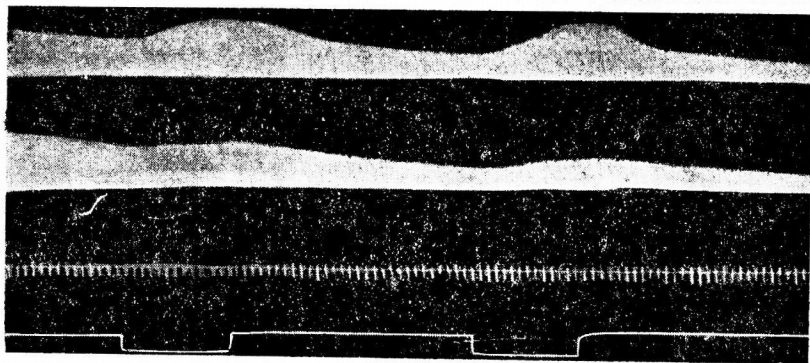


Рис. 5а. Кривая сокращений икрожных мышц лягушки, оперированной за 5 дней до опыта. Верхняя миограмма записана контрольной мышцей, нижняя—оперированной.

укорочен (от 8 до 20 сек.), но в остальных опытах эффекты выражены менее резко, чем на нормальной стороне (рис. 4, 5 и 5 а). Через 6, 7, 8 дней после перерезки продолжительность латентного периода колеблется от 20 до 60 секунд, тогда как на контрольной стороне колебания происходят в пределах от 10 до 30 секунд (рис. 3, 6 и 7).

Следует отметить, что наблюдались значительные колебания в продолжительности латентного периода. В небольшой части опытов уже на 6—7-й день после операции происходили еле заметные сокращения мышц, и латентный период удлинен аналогично 9—10-му дню и, наоборот, в некоторой части опытов на 10—11-й дни после перерезки наблюдались высокие сокращения мышц и укороченный латентный период раздражения *sympathicus'a*. Это зависит от колебаний температуры. Поэтому большая часть оперированных лягушек, в этой части работы, выдерживалась в термостате, где поддерживалась постоянная температура (13—14°). При этих условиях зависимость латентного периода от срока дегенерации выступила более отчетливо.

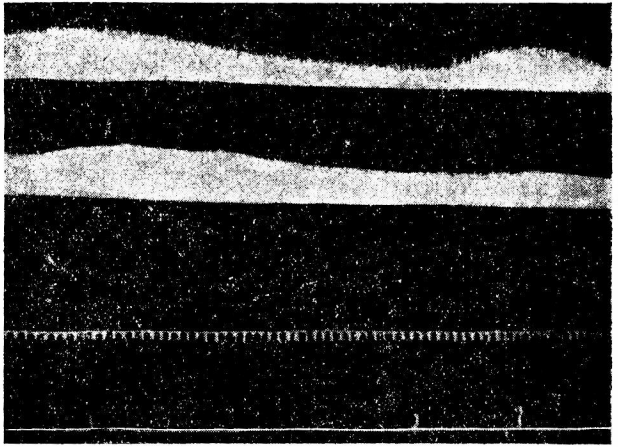


Рис. 6. Лягушка оперирована за 6 дней до опыта. Нижняя миограмма записана мышцей оперированной стороны, верхняя—контрольной мышцей неоперированной стороны.

В общем картина наблюдавшихся изменений при раздражении симпатического нерва на фоне перерождающихся двигательных нервных волокон свелась к следующему: в первые 4 дня по перерезке возбудимость мышцы под влиянием раздражения симпатического нерва повышалась больше, чем на контрольной стороне. Латентный период укорочен от 3 до 10 сек., на контрольной стороне от 10 до 25 сек. Латентный период и период после действия постепенно нарастают (от 25 до 60 сек.) от первых дней после перерезки до 11-го дня включительно, последний день, в который еще наблюдалась уловимая проводимость нерва.

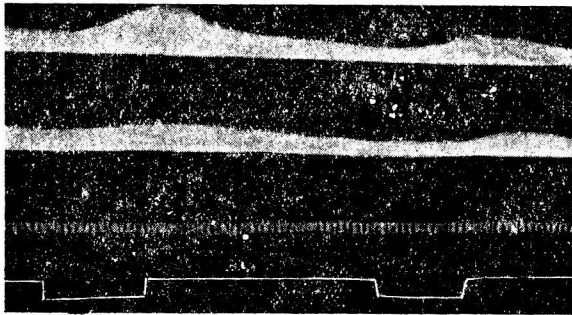


Рис. 7. Лягушка оперирована за 7 дней до опыта. Нижняя миограмма записана мышцей оперированной стороны, верхняя—контрольной мышцей.

В процессе своей работы я считала необходимым проверить действие эфирного наркоза на мышцу, не изменяет ли он условия для получения эффекта при раздражении симпатического нерва.

Поставлено 11 опытов на лягушках, предварительно подвзвргавшихся действию эфирного наркоза в виде 1 $\frac{1}{2}$ % эфирной ванны в течение 20—30'. В 8 случаях получился положительный эффект. Но имеется некоторая разница в действии симпатического нерва по сра-

внению с нормой. Укорочен латентный период от 5 до 15'' и повышение сокращений мышцы под влиянием раздражения симпатического нерва выражено более резко, чем в норме. Затем последствие укорочения

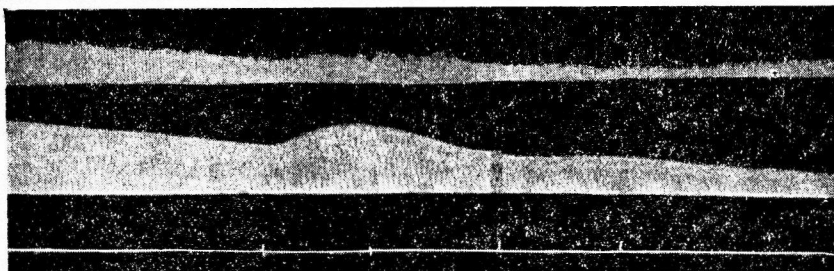


Рис. 8. Лягушка оперирована за 9 дней до опыта. Верхняя миограмма записана мышцей оперированной стороны, нижняя—контрольной мышцей неоперированной стороны.

рочено и после окончания раздражения симпатического нерва высоты сокращений сравнительно быстро падают (рис. 9). Эти особенности могут быть обнаружены до 13—14-го дня после наркоза.

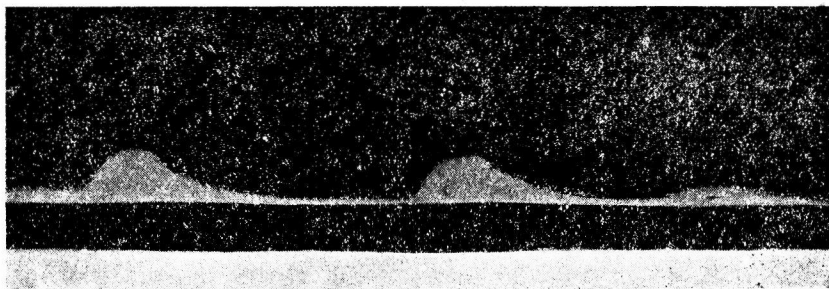


Рис. 9. Запись сокращений икроножной мышцы лягушки, подвергшейся предварительно за 12 дней до опыта действию эфирного наркоза. 3 раза произведено раздражение симпатического нерва.

Таким образом, эфирный наркоз, не затушевывая действия симпатического нерва, изменяет характер его: повышает влияние на силу сокращений мышцы и укорачивает латентный период и период последствия.

Выводы

1. Еще раз подтверждены данные Гинецинского о восстановлении работоспособности утомляемой с нерва изолированной скелетной мышцы лягушки под влиянием раздражения *n. sympathici*. Еще раз показано, что эффекты эти выступают тем отчетливее, чем полнее исключена возможность забрасывания петель тока на двигательный нерв или возможность униполярного действия.

2. Показано, что влияние симпатических нервных волокон на ход утомления мышцы сказывается вполне отчетливо и при раздражении спинальных нервов, перерождающихся в силу перерезки их выше присоединения *гг. communicantes n. sympathici*. Эффекты раздражения *sympathici* прослежены и обнаружены вплоть до момента полной

потери функциональной способности двигательных нервов, т. е. до 11-го дня после перерезки.

Симпатические эффекты в ранние сроки дегенерации получаются в большем количестве опытов, чем в более поздние (8, 9, 10 дней).

3. Показано, что на фоне перерождения двигательных нервов эффекты симпатического нерва бывают нередко выражены еще резче, чем в норме. Особенно часто это бывает через 3—4 дня после перерезки двигательных нервов.

4. Эффекты *sympathici* могут быть вызваны на фоне перерождения на одном и том же препарате много раз (до 6—7 раз). Они отличаются более длинным скрытым периодом и более длительным последствием, чем в норме. Особенно это касается более поздних сроков дегенерации (8—11 дней).

5. Обнаружено, что кратковременный эфирный наркоз лягушек создает на долгое время (до 14 дней) особо благоприятные условия для обнаружения симпатического положительного влияния.

В заключение приношу искреннюю благодарность проф. Л. А. Орбели за постоянное руководство и указания в данной работе.

Поступило в редакцию
1 мая 1932 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орбели Л. А. Сборник, посвящ. 75-летию акад. И. П. Павлова, стр. 403, 1925 г.
2. Он же. Труды II Всесоюз. съезда физиол.
3. Он же. Усп. exper. биол. 1927 г.
4. Некрасов. Труды III Всесоюз. съезда физиол.
5. Гинецинский. Рус. физиол. жур., т. VI, 1923 г.
6. Стрельцов. Рус. физиол. жур., т. VII, 1924 г.
7. Стрельцов. Рус. физиол. жур., т. IX, 1926 г.
8. Орбели Л. А. Изв. науч. инстит. им. Лесгафта, т. VI, 1923 г.
9. Степанов Г. И. Изв. науч. ин-та им. Лесгафта, т. VI, 1923 г.
10. Гинецинский. Рус. физиол. жур., т. IX, 1926 г.
11. Гершуни. Рус. физиол. жур., т. X, 1927 г.
12. Langley. Journ. of Physiol. Vol. 38, p. 504, 1908—09.
13. Вацадзе. Журн. exper. биол. и мед., № 8, 1926 г.
14. Helene Wasthl. Journ. of Physiol. Vol. LX № 3. July 14, 1925 г.
15. Ecker и Wiedersheim. Anatomie des Frosches.
16. Von Schneider. Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 222, H. 29.
17. Лебединский. Рус. физиол. жур., т. IX, 1926.
18. Крепс и Стрельцов. Журн. exper. биол. и мед. № 27, 1928 (три сообщения).
19. Van Dijk. Arch. Néerland. de Physiol. т. XVI, 1931.
20. Voornan. Arch. Néerland. de Physiol. т. XVI 1931.
21. Maybach. Zeitschr. f. Biolog., Bd. 88. 1928.

DIE WIRKUNG DER SYMPATHISCHEN NERVENFASERN AUF DEN ERMÜDUNGSVERLAUF DER SKELETTMUSKELN, WELCHE VON DEN DEGENERIERENDEN MOTORISCHEN NERVEN AUS GEREIZT WERDEN

Von A. T. Chudoroschewa

Aus dem Physiologischen Laboratorium des I. Leningrader Medizinischen Instituts (Vorstand — Prof. L. A. Orbeli)

Zusammenfassung

1. Nochmalige Bestätigung der Angaben von Ginezinski über die Herstellung der Arbeitsfähigkeit des isolierten Froschskelettmuskels, welcher vom Nerv aus ermüdet wird, unter der Wirkung der Reizung des N. *sympathicus*. Nochmaliger Beweis dessen, dass diese Effekte desto deutlicher hervortreten, je vollständiger die Möglichkeit der Überwerfung der Stromschleifen auf den motorischen Nerv oder die Möglichkeit der unipolaren Wirkung ausgeschlossen ist.

2. Es wurde gezeigt, dass der Einfluss der sympathischen Nervenfasern auf den Verlauf der Muskelermüdung sich auch bei der Reizung der Spinal-

nerven, welche unter der Wirkung der Durchtrennung derselben aberhalb der Vereinigungsstelle mit den R. R. communicantes des N. Sympathicus degenerieren, sehr deutlich äussert. Die Effekte der Sympathicusreizung wurden bis zum Moment des vollständigen Verlustes der Funktionsfähigkeit der motorischen Nerven, d. h. bis zum 11. Tage nach der Durchtrennung, verfolgt und nachgewiesen.

Die sympathischen Effekte werden bei frühen Degenerationsfristen in einer grösseren Zahl von Versuchen erhalten, als bei späteren Fristen (8, 9, 10 Tage).

3. Es wurde gezeigt, dass die Effekte des sympathischen Nerven auf dem Hintergrund der Degeneration der motorischen Nerven häufig noch schärfer ausgesprochen sind, als unter normalen Bedingungen. Das wird besonders häufig 3 bis 4 Tage nach der Durchtrennung der motorischen Nerven beobachtet.

4. Die Sympathicuseffekte können auf dem Hintergrund der Degeneration an einem und demselben Präparat mehrmals (bis 6—7 mal) hervorgerufen werden. Sie zeichnen sich durch eine längere latente Periode und durch eine längere Nachwirkung, als in der Norm, aus. Das trifft besonders in bezug auf die späteren Degenerationsfristen zu (8 bis 11 Tage).

5. Es wurde nachgewiesen, dass die kurzdauernde Aethernarkose der Frösche für lange Zeit (bis 14 Tage) besonders günstige Bedingungen für die Feststellung der positiven sympathischen Wirkung schafft.

ПИЩЕВАРЕНИЕ ПРИ БОЛЕВЫХ РАЗДРАЖЕНИЯХ

Сообщение I. Работа желудочных желез при болевых раздражениях

С. С. Серебренников

Из физиологической лаборатории военно-медиц. академии (зав.—проф. Л. А. Орбели)

Болевые раздражения, равно как и эмоциональные возбуждения (гнев, страх и пр.), обуславливают целый ряд изменений в деятельности различных систем организма.

Наибольшее количество исследований относится к обмену углеводов при этих условиях и, как выражению его, колебанию количества сахара в крови. Все авторы, работающие в этом направлении, нашли повышение количества сахара крови при болях и сильных эмоциях у различных животных и у людей. Бем и Гофман (Boehm u. Hoffmann¹); Бремер и Леклерк (Bremer et Leclercq²); Леви и Розенберг (Loewy u. Rosenberg³); Гирш и Рейнбах (Hirsch u. Reinbach⁵); Штенстрем (Stenström⁶); Блинова⁴; Банг (Bang⁷); Леман (Lehmann⁸); Сатаке (Sataké⁹); Оппель¹⁰; Щербаков, Зимницкий, Вишневский и Димитриев (Schtscherbakow, Simnitsky, Wischnewsky u. Dimitriyew¹¹); Кэннон, Шалли Райт¹²; Зундберг (Sundberg¹³); Хираяма (Hirayama¹⁴); Клин¹⁵; Наунин¹⁵; Шульце¹⁵ и др.

Иногда достаточно только увязывания животного в станок, чтобы получить гипергликемию и гликозурию (Fesselungsdiabet).

Некоторые авторы отмечают факт сглаживания эффекта при повторении опытов (Банг, Оппель).

В связи с усиленной мобилизацией углеводов при различного рода чувствительных раздражениях стоит и отмеченное Паалцовым (Paalzow¹⁶) (полученное им при раздражении большой — $\frac{1}{3}$ — поверхности кожи кроликов смазыванием горчичным маслом) повышение потребления кислорода и образования углекислоты, что говорит за повышение обмена веществ.

Кроме изменений в содержании сахара кровь испытывает еще целый ряд превращений в химическом составе и своих свойствах при разбираемых условиях. Так, найдено при электрическом раздражении кожи задних конечностей собаки — сгущение крови (Миттельштедт¹⁷), увеличение молочной кислоты (Дервиз и Георгиевская¹⁸), повышение концентрации ионов H, уменьшение количества CO₂, уменьшение резервной щелочности, увеличение способности связывания кислорода (Северин и Дервиз¹⁹). Кеннон и Менденхолл (Cannon a. Mendenholl²⁰) наблюдали ускорение свертывания крови под влиянием болевых и эмоциональных возбуждений, что они относят за счет выделяющегося при этом адреналина, так

как такой же эффект наблюдается и при введении адреналина в кровь [Кеннон и Грей (Cannon a. Gray)²¹] и при раздражении спланхических нервов [Кеннон и Менденхолл (Cannon a. Mendenhall)²²]. Действительно, целый ряд авторов [Кеннон и де-ля-Пац (Cannon a. de la Paz)²³], Савич и Тонких^{24, 25}, О'Коннор²⁶, Сугавара, Ватанабе и Саито (Sugawara, Watanabe, Saito)²⁷, Госкинс и Кеннон²⁸, Анреп²⁸, Хичингс²⁸, Слоан и Аустин²⁸ и мн. др.] показал выделение адреналина в кровь при болях и сильных эмоциях.

Гладкие мышцы различно относятся к болевым раздражениям в зависимости от их местоположения. Наврсдкий и Скабичевский (Naugocki u. Skabitschewsky)²⁹ видели рефлекторное сокращение мочевого пузыря при раздражении любого чувствительного нерва у кошек и собак. Как указывает Моссо (Mosso³⁰), мочевой пузырь особенно чувствителен к душевным состояниям. В ряде случаев (у солдат перед отправкой на линию огня, у студентов во время экзаменов и т. д.) тонус его чрезвычайно усиливается.

Уже давно Гольц (Goltz³¹) наблюдал сокращение пищевода и желудка у лягушки при раздражении задних лапок ее, а также седалищных нервов; на усиление перистальтики при раздражении чувствительных нервов указывает и Нечаев³². Напротив, позднейшие авторы говорят об угнетающем действии болевых раздражений и эмоциональных возбуждений на двигательную деятельность пищеварительного канала [Россбах (Rossbach³³), Буртон (Burton³⁰), Мюллер (Müller³³), Вертхеймер (Wertheimer³⁴), Кеннон (Cannon^{35, 39}), Ломмель (Lömmel³⁶), Ауэр (Auer³⁷), Борхардт (Borchardt³³)]. Напротив, нижняя часть толстых кишек, подобно мочевому пузырю, может иметь при этом повышенную активность, так что имеется непроизвольное опорожнение кишечника [Дарвин (Darwin³⁰)].

Претерпевает изменения и деятельность различных желез при этих условиях, причем функция одних усиливается, других — угнетается.

Овсянников и Чирьев (Ovsianikov u. Tschiriev⁴⁰) видели увеличение слюноотделения из подчелюстной железы собаки при раздражении центрального конца седалищного нерва.

Уменьшение отделения желчи при раздражении центроостремительных нервов отмечает Рориг (Rörig⁴¹), Мунк (Munk⁴²), Афанасьев⁴⁴. Экслер⁴⁵ указывает, что эмоциональные возбуждения тормозят отделение желчи.

Люксингер (Luchsinger⁴³) уже давно видел усиление потоотделения у кошек при психических возбуждениях, при увязывании в станок и при раздражении центрального конца седалищного нерва.

В последние годы в лабораториях проф. Л. А. Орбели подвергся экспериментальной разработке вопрос о действии болевых раздражений на работу почек — вопрос, выдвинутый Сом. Выяснилось, что при электрическом раздражении кожи задних конечностей у собак работа почек угнетается, причем такая рефлекторная анурия получается и после перерезки спланхического нерва (Лейбсон⁴⁶), и после полной денервации почки и после перевязки надпочечных вен (Гинецинский и Лейбсон⁴⁷), и после нарушения центростремительных путей в спинном мозгу, перерезкой его на разных уровнях (Михельсон⁴⁸). Последняя работа из лаборатории Д. С. Фурсикова. Все это дает авторам право искать гуморально-экстраренальных факторов для объяснения рефлекторной анурии.

В связи и в развитие этих работ нам было предложено проф. Л. А. Орбели заняться выяснением влияния болевых раздражений на работу пищеварительных желез.

Наши исследования касались прежде всего влияния болевых раздражений на секреторную деятельность желудочных желез.

Еще Шифф (Schiff⁴⁹) упоминает о том, что при многих тяжелых острых заболеваниях и после сильных эмоций наблюдается уменьшение или даже полная остановка желудочного пищеварения, что, по его мнению, может зависеть и от нервных влияний, и от быстрого изменения химического состава крови. Нечасто в³² в хронических и острых опытах, раздражая различные нервы (*vagus, ischiadicus, cruralis*), на фоне желудочной секреции, наблюдал резкое уменьшение ее почти до полного прекращения, что он ставит в связь с угнетающим влиянием болевых раздражений на отделительные нервы. Сосудистые изменения, как причина прекращения секреции, он исключает на основании того, что торможение длится значительное время (1 час). На важность соответствующей обстановки, по возможности исключаяющей болевые раздражения при исследовании желудочной секреции, указывают и Павлов и Шумова-Симановская⁵⁰.

Ушаков⁵¹, исследуя влияние блуждающих нервов на секрецию желудочного сока, отмечает, что раздражение периферического конца перерезанного *vagus'a* вызывает секрецию только спустя более или менее продолжительное время. Необходимость длительного раздражения нерва он объясняет преобладанием в первое время раздражения влияний, задерживающих секрецию сока, к которым он прежде всего относит болевые ощущения в начале опыта. Не исключена возможность и присутствия в толще п. *vagi* особых секреторно-задерживающих волокон.

Леконт (Leconte)⁵² получал торможение желудочной секреции у собак уже только при увязывании их в станок, причем тормозились обе фазы секреции—и нервная, и химическая.

Случайное наблюдение прекращения секреции сока у собаки при бурной реакции на кошку дало основание Бикелю и Сасаки (Bickel u. Sasaki)⁵³ проверить экспериментально влияние эмоциональных возбуждений на отделение желудочного сока. Для этого они пользовались эзофаготомированной собакой с фистулой желудка. Опыт состоял в том, что до мнимого кормления собака в течение 5 минут раздражалась видом кошки, что обычно сопровождалось чрезвычайно бурной реакцией. Последующее кормление дало всего 9 см³ богатого слизью сока, вместо 667 см³ нормы, несмотря на то, что собака ела мясо с жадностью. В другой серии опытов раздражение производилось на фоне секреции—через 20 минут после мнимого кормления. В течение ближайших за этим 15 мин. выделилось только несколько капель слизистого сока. Наконец, пользуясь указанием Бикеля о повышающем секрецию действии неконцентрированных растворов NaCl и морской воды, даваемых перед мнимым кормлением, авторы проделали опыты и в такой форме. И здесь, на фоне сильной секреции, эмоциональное возбуждение животного срезало ее до 3 см³ за 5 минут, вместо 28,5 см³ нормы. Качество сока—кислотность и переваривающая сила—в опытах авторов не менялись, несмотря на большую примесь слизи.

Мантелли (Mantelli⁵⁴), изучая на людях влияние психической и физической работы на деятельность желудка, между прочим замечает, что боль может тормозить желудочную секрецию, если она до этого имела место, и замедляет ее появление, если желудок до этого был в покое.

Хорнборг (Hornborg ³⁰) не мог на ребенке подтвердить данные Павлова о том, что вид пищи у голодного субъекта вызывает отделение желудочного сока. Отсутствие секреции он объясняет эмоциональным состоянием мальчика, начинавшего с досады плакать и кричать. Боген (Bogen ³⁰) также замечает, что его пациент-ребенок иногда впадал в такой гнев вследствие напрасного ожидания пищи, при поддразнивании ею; что дача ее после успокоения ребенка не вызывала секреции желудочного сока.

Таким образом, несомненно угнетающее влияние болей и эмоций на отделение желудочного сока. Но механизм этого явления до сих пор не совсем ясен. Практическая важность вопроса бесспорна, и мы попытались дать некоторые данные для его уяснения.

В наше распоряжение поступила собака по кличке „Старт“, 23 кг весом. 3 года тому назад ей был наложен павловский желудочек, и с тех пор она служила для работы многим сотрудникам лаборатории, отличаясь за все это время постоянством цифр отделения.

Мы поставили своей задачей выявить влияние болевых раздражений на секрецию желудочного сока при различных пищевых веществах и в различные фазы секреции. Ход исследований был таков.

Болевое раздражение (электрический ток на кожу задних конечностей, предварительно смоченную, от вторичной катушки индукционного аппарата, надвинутой вплотную к первичной, с одним-двумя 2-вольтовыми аккумуляторами в первичной цепи продолжительностью в 1 минуту) испытывалось на секрецию сока от дачи хлеба или либиховского экстракта, причем в одном ряде опытов раздражение давалось тотчас после кормления или вливания либиховского экстракта, следовательно, еще в латентный период секреции, в другом — спустя полчаса после кормления или вливания, т. е. в разгаре секреции. Таким путем составилось 4 серии опытов. Во всех случаях сутки до опыта животное не получало пищи. Опыт начинался обычно при полном покое желез, в чем мы убеждались по отсутствию секреции из изолированного желудочка и нейтральной реакции его содержимого. Опыты ставились через день, причем „болевые“ опыты постоянно перемежались нормальными.

Первая серия обнимает 17 опытов, из них 6 с раздражением. Дается серый хлеб в количестве 200 г, смоченный 50 см³ воды. Собака съедает порцию в течение 3 минут. В дальнейшем отмечается латентный период и секреция за 3 часа, по 15-минутным и часовым промежуткам. Кроме количества исследовалось и качество сока — кислотность и переваривающая сила. В отношении их надо заметить, в согласии с Бикелем и Сасаки, что не удалось получить каких-нибудь закономерных колебаний ни в одной серии опытов, так что на этом в дальнейшем мы останавливаться не будем.

Для нормы характерен следующий опыт:

ОПЫТ № 3. 5/V 1930 г.

9 ч. 42 м. Еда хлеба. Первая капля через 7' 35".

	I	II	III	
В дальнейшем:	1,2	0,9	0,7	} 2,3
	1,0	1,0	0,7	
	1,4	0,6	0,5	
	1,3	1,1	0,4	
	} 4,9		} 3,6	

В один из следующих дней дается раздражение с одним аккумулятором в первичной цепи. Вот что получилось:

ОПЫТ № 7. 15/V 1930 г.

9 ч. 55 м. Еда хлеба. Тотчас по окончании еды раздражение. 1-я капля через 16 мин. 45 сек. Затем

I	II	III
0	0,2	0,2
0,5	0,2	0,1
0,6	0,2	0,0
0,4	0,2	0

$\left. \begin{array}{l} 0 \\ 0,5 \\ 0,6 \\ 0,4 \end{array} \right\} 1,5$
 $\left. \begin{array}{l} 0,2 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 0,2 \end{array} \right\} 0,8$
 $\left. \begin{array}{l} 0,2 \\ 0,1 \\ 0,0 \\ 0 \end{array} \right\} 0,3$

Мы видим удлинение латентного периода более чем вдвое и снижение секреции по всем 3 часам, с прекращением ее через 2¹/₂ часа, чего в норме никогда не наблюдалось. Общее количество сока за все 3 часа составляет только 24% нормы (2,6 вместо 10,8 см³)

В дальнейших опытах мы, желая получить еще большее торможение, усилили ток, введя 2-й аккумулятор. Но получили не совсем то, что ожидали и что могут иллюстрировать следующие 2 опыта:

ОПЫТ № 10. 21/V 1930 г.

10 ч. 20 м. Еда хлеба. Раздражение. 1-я капля через 28 минут. Затем:

0	0,6	0,2
0,1	0,6	0,2
1,0	0,4	0,1
0,8	0,6	0,3

$\left. \begin{array}{l} 0 \\ 0,1 \\ 1,0 \\ 0,8 \end{array} \right\} 1,9$
 $\left. \begin{array}{l} 0,6 \\ 0,6 \\ 0,4 \\ 0,6 \end{array} \right\} 2,2$
 $\left. \begin{array}{l} 0,2 \\ 0,2 \\ 0,1 \\ 0,3 \end{array} \right\} 0,8$

ОПЫТ № 12. 25/V 1930 г.

10 ч. 10'. Еда хлеба. Раздражение. Первая капля через 32 мин. с примесью слизи.

В дальнейшем:

0	0,7	0,5
0	0,5	0,5
1,0	0,5	0,5
0,7	0,4	0,2

$\left. \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 1,0 \\ 0,7 \end{array} \right\} 1,7$
 $\left. \begin{array}{l} 0,7 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,4 \end{array} \right\} 2,1$
 $\left. \begin{array}{l} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0,2 \end{array} \right\} 1,7$

Все большее удлинение латентного периода и в связи с этим уменьшение отделения за 1-е полчаса, но все меньшее торможение последующих часов. Общее количество сока составляет соответственно 45,4% и 50,9% получаемого в норме.

Дальнейшие опыты дают еще меньшее торможение.

ОПЫТ № 17. 4/VI 1930 г.

9 ч. 07'. Еда хлеба. Раздражение. Первая капля через 20 м. 30 сек. Затем:

0	1,0	1,2
0,7	1,0	0,9
1,1	0,6	0,7
1,0	0,7	0,7

$\left. \begin{array}{l} 0 \\ 0,7 \\ 1,1 \\ 1,0 \end{array} \right\} 2,8$
 $\left. \begin{array}{l} 1,0 \\ 1,0 \\ 0,6 \\ 0,7 \end{array} \right\} 3,3$
 $\left. \begin{array}{l} 1,2 \\ 0,9 \\ 0,7 \\ 0,7 \end{array} \right\} 3,5$

За время опыта собака возбуждена более обычного, временами лает, пытается освободиться от лямок.

При некотором удлинении латентного периода и снижении цифр 1-го часа мы видим нормальную секрецию второго и даже несколько повышенную — третьего. Общее количество сока за три часа — 9,6 см³ (88,9% нормы), но надо заметить, что к этому времени и опыты без раздражения сплошь и рядом давали такие же, а иногда меньшие общие цифры, так что практически болевое раздражение здесь не вносит ничего нового, кроме некоторого удлинения латентного периода.

Более сильное торможение в опыте № 7 можно толковать различно. Мы могли бы думать, что это специфическое действие более слабых раздражений в силу тех или иных причин, вызывающих более сильный тормозящий эффект. Но в дальнейшем, в процессе работы,

мы должны были такое предположение оставить, так как особой разницы в действии и слабых и сильных раздражений мы не замечали. Остается другое и на наш взгляд более правильное объяснение. Дело в том, что опытом со слабым раздражением был начат первый цикл работы, и более сильное тормозящее действие его объясняется, очевидно, новизной, а в дальнейшем организм как-то приспособляется к раздражениям в отношении работы желудочных желез и такого торможения уже не дает. На явления „примыкания“ к болевым раздражениям в отношении сахара крови указывали уже раньше Банг⁷ и Оппель¹⁰.

Обращает на себя внимание поведение животного, в станке и вне его. Обычно при раздражении получается бурная двигательная реакция, визг, извержение мочи и кала и пр. С каждым разом все эти явления нарастали, и с течением времени достаточно было только войти помощникам в комнату для держания собаки во время раздражения и сделать некоторые приготовления к нему, чтобы наступила вся вышеописанная картина, еще до того, как давалось раздражение. Затем в дни опыта собаку приходилось насильно вытаскивать из клетки, чтобы вести в лабораторию, в то время как в дни, свободные от опытов, когда собака получала свою порцию пищи в клетке, она шла охотно. Очевидно образовалась условная связь со всей окружающей обстановкой. Это дало нам повод испытать, не образовался ли условный тормозный рефлекс и на желудочные железы, на что имеются указания в литературе (Тонких⁷²); кроме того подобные явления наблюдались и на почках, где условно-рефлекторная анурия получена Кисель⁵⁵ и Лейбсоном⁵⁶. Последний автор мог получить даже условные рефлексы второго порядка. Он же отмечает между прочим расхождение условно-оборонительной реакции и условной анурии в смысле большей лабильности первой. В наших опытах мы испробовали влияние обстановки после первого и четвертого раздражения. Даем соответствующие протоколы.

О П Ы Т № 9. 19/V 1930 г.

8 ч. 46'. Еда хлеба. Входят помощники, надевается намордник, смачивается кожа лап, пускается индуктор; электродами, не соединенными со вторичной катушкой, в течение минуты водим по обычному месту раздражения. Вначале двигательная оборонительная реакция, затем собака дрожит до конца инсценировки.

1-я капля сока через 9 минут. Затем

0,3	}	1,0	}	0,2	} 1,15
1,8	}	0,8	}	0,3	
1,4	}	0,6	}	0,4	
0,85	}	0,3	}	0,25	
	} 4,35		} 2,7		

О П Ы Т № 14. 29/V 1930 г.

10 ч. 26'. Еда хлеба. Затем, как в предыдущем случае. Визг, двигательная реакция, мочеиспускание. Первая капля через 13 мин. 50 сек. В дальнейшем

0,1	}	1,0	}	0,4	} 2,2
1,6	}	0,7	}	0,4	
1,4	}	0,4	}	1,0	
0,7	}	0,3	}	0,4	
	} 3,8		} 2,4		

Некоторое удлинение латентного периода и торможение первой четверти часа, больше выраженное во втором опыте. Общая сумма секретиции — 8,2 и 8,4, что мало отличается от нормы, установившейся к концу опытов этой серии. Таким образом получился намек на условно-рефлекторное торможение секретиции, сказывающееся на латентном

периоде и первой четверти первого часа. Торможение более слабое, чем безусловное, что и естественно.

При подведении итогов первой серии опытов получается впечатление, что болевое раздражение, в момент его применения и некоторое время спустя, прекращает работу желудочных желез. В дальнейшем железы как бы наверстывают упущенное и более усиленной работой компенсируют недобор первой стадии, причем такое компенсаторное приспособление с течением времени все более и более совершенствуется.

Необходимо было выяснить, какая именно фаза секреции тормозится при болевых раздражениях и каков механизм торможения, так как в этом отношении можно сделать несколько предположений.

Тот факт, что торможение желудочной секреции проявляется, главным образом, в первые полчаса, заставлял думать о нарушении первой рефлекторной фазы секреции, при мало изменяющейся второй — химической. Для проверки этого предположения была предпринята серия опытов, где при прочих одинаковых условиях дача хлеба была заменена вливанием через зонд раствора либиховского экстракта (в количестве 15 г на 200 см³ воды), подогретого до температуры тела. Как известно, экстрактивные вещества мяса развивают свое действие на железы дна желудка гуморальным путем со слизистой привратника.

Вторая серия включает 14 опытов, из них 4 с раздражением.

Норма на либиховский экстракт была определена еще до опытов с раздражением вообще и давала такие цифры:

О П Ы Т № 4. 9/V 1930 г.

12 ч. 04'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 11 мин. 20 сек. Затем:

0,2	}	3,0	0,15
1,3			0
1,0			0
0,5			

Это наиболее типично. Но в одном случае получились и более низкие цифры:

О П Ы Т № 5. 11/V 1930 г.

11 ч. 05'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 14 мин. 20 сек. В дальнейшем:

0,05	}	1,8	0
0,85			0
0,8			
0,1			

Испытанная после опытов 1-й серии норма дала цифры, близкие к опыту № 5, следующий же опыт их выравнял.

ОПЫТ № 22. 14/VI 1930 г.

9 ч. 45'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 12 мин. Затем:

0,1	}	2,7	0,4
1,4			0,1
0,8			0
0,4			

ОПЫТ № 24. 18/VI 1930 г.

9 ч. 17'. Вливание либиховского экстракта. Раздражение (2 аккумулятора). 1-я капля через 27 мин. 30 сек. Затем :

0	}	1,5	0,2
0,05			0,2
0,9			0
0,55			

Испытанная в один из следующих дней норма дала почти такие же цифры.

ОПЫТ № 27. 26/VI 1930 г.

8 ч. 33'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 16 мин. 30 сек. Затем :

0	}	1,6	0,2
0,4			0,1
1,0			0
0,2			

Последний опыт с раздражением дает цифру даже больше установившейся к этому времени нормы, главным образом за счет секреции во 2-м часу.

ОПЫТ № 31. 4/VII 1930 г.

9 ч. 58'. Вливание либиховского экстракта. Раздражение (2 акк.). 1-я капля через 30 мин. 50 сек. Затем :

0	}	1,3	0,6	}	1,2
0			0,5		
0,4			0,1		
0,5			0		

Раздражение более слабым током (1 акк.) не дает заметной разницы по сравнению с сильным.

Таким образом, здесь мы констатируем только удлинение латентного периода и за счет этого некоторое уменьшение секреции за первый час, в остальном же отчетливого торможения нет.

Естественно поэтому думать, что в опытах с хлебом торможение в значительной степени является интрацентральным — результатом столкновения возбуждений с различных рефлексогенных полей. Но однако удлинение латентного периода в опытах с экстрактом можно считать за указание на возбуждения тормозных волокон *vagus*'а, поскольку влияние его не было исключено и поскольку имеются указания, что действие либиховского экстракта со слизистой *pylogus*'а на фундальные железы находится под контролем нервов (С а в и ч).

Во всех предыдущих опытах болевые раздражения наносились еще до начала секреции в латентный период и начало секреции приходилось на период более или менее отдаленного последствия их. Интересно было испытать действие болевых раздражений на фоне уже идущей секреции. Для этой цели на той же собаке были преданы еще 2 серии опытов.

III серия включает 9 опытов, из них 3 с раздражением. Дается хлеб (черный) и спустя полчаса — раздражение. Для сравнения даем протоколы 2 опытов — нормы и „болевого“. В последнем секреция отмечается по 5-минутным промежуткам.

ОПЫТ № 34. 12/VII 1930 г.

10 ч. 25'. Еда хлеба. 1-я капля через 7 мин. 45 сек. Затем :

0,8	}	5,8	1,0	}	2,6	0,7
2,2			0,6			0,6
1,5			0,4			0,6
1,3			0,6			0,3

ОПЫТ № 35. 14/VII 1930 г.

9 ч. 36'. Еда хлеба. 1-я капля через 9 мин. Затем :

0,05 } 0,5	0,2 } 0,6	0,2 } 0,65	} 2,1
0,45 } 0,5	0,1 } 0,6	0,3 } 0,65	
0,4 } 1,7	0,1 } 0,5	0,15 } 0,65	
0,6 } 1,7	0,2 } 0,5	0,25 } 0,85	
0,7 } 1,7	0,2 } 0,5	0,45 } 0,85	
Раздражение (2 акк.) } 2,6			
0 } 0	0,1 } 0,35	0,1 } 0,3	
0 } 0	0,1 } 0,35	0,15 } 0,3	
0 } 0	0,15 } 0,35	0,05 } 0,3	
0 } 0,4	0,3 } 0,6	0,1 } 0,3	
0,15 } 0,4	0,2 } 0,6	0,05 } 0,3	
0,25 } 0,4	0,1 } 0,6	0,15 } 0,3	



Полное отсутствие секреции в течение 20 минут после раздражения и некоторое ослабление в следующие 25 минут. Затем секреция выравнивается.

Какая же фаза желудочной секреции в этих опытах угнетается? Для решения этого вопроса напомним вкратце, как обстоит дело в норме при еде хлеба и за счет какого механизма идет при этом желудочная секреция первого часа, которая как-раз и испытывала торможение в наших условиях опыта. Как известно, хлеб сам по себе не содержит химических возбудителей для желудочных желез и, вложенный в желудок через фистулу, может лежать часами, не вызывая отделения сока. Но необходимо принять во внимание, что при еде хлеба вместе с ним проглатывается известное количество слюны, которая является, правда, не сильным, но все же возбудителем желудочных желез (Соколов ⁵⁸). Затем сок первой фазы, выделяющийся при еде хлеба в большом количестве, действуя на белки хлеба, дает некоторое количество продуктов переваривания их, которые и могут вызвать гуморальным путем секрецию сока. Но также известно, что образование продуктов переваривания при этих условиях идет очень медленно и вряд ли через полчаса после еды и, следовательно, спустя 21—22 минуты (если исключить латентный период) после начала секреции их накопилось достаточно, чтобы поддерживать отделение сока самостоятельно, без участия нервных влияний первой фазы. Очевидно раздражение, действуя в это время, тормозит рефлекторную фазу и, так как химическая к этому времени недостаточно развилась, то и секреция прекращается совершенно, а позже по прекращении раздражения через некоторое время приходит к норме. Химическая фаза и тут не оказывается сильно задержанной, о чем говорят нормальные цифры более поздних промежутков времени.

И наконец 4-я серия опытов рассчитана на то, чтобы выяснить, тормозит ли болевое раздражение химическую фазу секреции желудочного сока. В этой серии мы проделали 6 опытов, из них 2 с раздражением, даваемым спустя полчаса после вливания либиховского экстракта. Опять-таки норма на либиховский экстракт установилась только со 2-го опыта. Оба опыта с раздражением дали одинаковые результаты, поэтому приводим только один из них, параллельно с контрольным. Запись по 5-минутным промежуткам.

ОПЫТ № 42. 28/VII 1930 г.

9 ч. 41'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 13 мин. Затем:

0	}	0,05	}	0,7	0,45	}	1,0	}	1,8
0					0,3				
0,05					0,25				
0,05	}	0,65	}	0,7	0,25	}	0,7	}	
0,3					0,25				
0,3					0,2				
					0,05	}	0,1	}	
				0,05					
				0					

ОПЫТ № 44. 3/VIII 1930 г.

10 ч. 04'. Вливание либиховского экстракта. 1-я капля через 12 мин. 40 сек. Затем:

Раздражение (2 аккумуля.)									
0	}	0,05	}	0,85	0,1	}	0,15	}	0,55
0					0,05				
0,05					0				
0,05	}	0,8	}	0,25	0	}	0,25	}	
0,45					0,1				
0,3					0,15				
					0,1	}	0,15	}	
				0,05					
				0					

Значительное снижение секреции в течение 25 минут после раздражения, но несколько иное, чем в опытах предыдущей серии. Там торможение в продолжение 45 минут, из которых первые 20 — нулевые, здесь постепенное развитие торможения с полным отсутствием секреции в течение только 10 минут. Можно предположить, что и здесь имеется тормозное влияние *vagus'a* на действие либиховского экстракта, но влияние, не могущее сразу обрезать секрецию. Выделение сока продолжается за счет имеющихся к моменту раздражения гуморальных веществ, и только при израсходовании их наступает остановка секреции.

Таким образом и здесь мы имеем основание говорить о нервном механизме торможения секреции при болевых раздражениях, хотя решающие данные можно получить только при исключении влияния блуждающих нервов, т. е. на желудочке, изолированном по Гейденгайну, что будет составлять предмет дальнейшей разработки лаборатории.

Едва ли возможно говорить об одной какой-нибудь причине, определяющей изменение деятельности желудочных желез при болевых раздражениях. Несомненно, что и кровь, быстро изменяя свой состав и свойства, не может не влиять так или иначе на работу желез. Имеет значение и ухудшение кровообращения во время раздражения и прочее. Но очевидно также, что главное влияние идет через нервную систему, именно через специальные задерживающие секрецию волокна *vagus'a*. За это отчетливо говорят обе серии опытов с хлебом и этому не противоречат и серии опытов с либиховским экстрактом.

Необходимо исключить некоторые побочные влияния, имеющие место в наших опытах. Прежде всего можно было бы думать, что полученные результаты обусловлены не первично самим болевым раздражением,

как таковым, а вторично. Как мы уже упоминали, это вполне естественно; каждое болевое раздражение сопровождается очень энергичной двигательной реакцией, настолько сильной, что подчас 2—3 человека едва удерживали животное. Может быть сильная работа всех попеременнополосатых мышц и дает указанные изменения в секреции желудочных желез.

Действительно, ряд авторов указывает на тормозящее влияние мышечной работы на деятельность желудочных желез. Из старых авторов упомянем Кона (Cohn⁵⁹); Salviolo⁶⁰; Grandeau et Leslere⁶⁰; Fleischer⁶⁰; Petrone⁶⁰; Вагнер⁶⁰; Спирина⁶⁰; Вилен⁶¹; из более поздних — Кадыгровов⁶²; Мантелли⁵¹; Бриазуис⁶¹; Крондолль⁶¹; Соколова⁶³; Прикладовицкий и Аполлонов⁶⁴. (Меньшинство авторов — Штрэнг (Streng⁶⁵); Форстер⁶⁰; Вольф⁶⁰ — говорит об отсутствии влияния мышечной работы на желудочную секрецию, а Шмидт⁶⁰ и Тангль⁶¹ указывают даже на способствующее влияние мышечной работы в этом направлении.)

В наших опытах можно исключить влияние мышечной работы уже потому, что имеется расхождение ее интенсивности, нарастающей с каждым разом, и глубины торможения, с каждым разом, наоборот, уменьшавшейся.

Второе предположение, допустимое в нашем случае, это то, что раздражение центростремительных нервов может стимулировать какой-нибудь орган к выделению в кровь того или иного вещества, действующего уже вторично на работу желудочных желез. По крайней мере по отношению к рефлекторной анурии, как мы уже говорили, нельзя удовлетвориться одним только нервным механизмом.

Какое же вещество и какой орган могут здесь иметь значение? Школой Кэннона выдвигается вопрос о надпочечниках и об адреналине, как гормоне, поступающем в большом количестве в кровь при болях и сильных эмоциях,

Как же влияет адреналин на работу желудочных желез? Гесс и Гундлах (Gess u. Gundlach⁶⁶) говорят о тормозящем действии адреналина на желудочную секрецию. Все другие авторы — Лепер и Верпи (Laerer et Verpy⁶⁷), Юкава (Jukava⁶⁸), Сиротинин⁶⁹ с несомненностью показали сокогонное его действие. Таким образом и адреналин, как причина угнетения желудочной секреции, должен быть исключен, поскольку он, по большинству авторов, вызывает, наоборот, усиление секреции.

Следовательно, торможение желудочной секреции в нашем случае мы должны отнести на счет нервных влияний или на счет секреции каких-либо других гормонов.

Выводы.

1. Болевое раздражение, применяемое непосредственно после дачи хлеба, тормозит желудочную секрецию, что сказывается удлинением латентного периода и снижением секреции за 3 часа наблюдения.

2. При повторении опытов это тормозящее действие болевого раздражения сказывается только в первые полчаса; в более поздние промежутки времени секреция остается нормальной.

3. Уже после немногих опытов возможно вызвать некоторую степень торможения секреции за первую четверть часа и удлинение латентного периода действием только условных раздражений.

4. В опытах с либиховским экстрактом при этих же условиях наблюдается только удлинение латентного периода и в связи с этим некоторое торможение первого полчаса секреции.

5. Раздражение на фоне начавшейся уже секреции от хлеба обрывает ее на 20 мин. и ослабляет в течение последующих 25 мин.

6. Раздражение на фоне развившейся секреции от либиховского экстракта ослабляет ее на 25 мин. с полным торможением в течение 10 мин.

7. Сопоставление данных, полученных во всех четырех сериях опытов, позволяет думать, что торможение желудочной секреции обусловлено несколькими механизмами: имеет место и интрацентральное торможение рефлекса с полости рта и периферическое торможение деятельности желез за счет специальных тормозных волокон блуждающего нерва. Не исключена возможность рефлекторного отделения гормонов, ограничивающих работу желудочных желез.

Поступило в редакцию 5 сентября 1931 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Voelkm u. Hoffmann. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1878. 8. S. 271. 2. Bremer et Leclercq. Compt. rend. d. c. Soc. physiol. 1927. 96, p. 1406. 3. Loewy u. Rosenberg. Bioch. Zeitschr. 1910. 56. S. 114. 4. Блинова. Журн. экс. мед. 1928., 1, стр. 43. 5. Hirsch the Reinbach. Zeitschr. f. Psys. chem. 1913, 87, S. 122. 6. Stenström. Bioch. Zeitschr. 1913. 58. S. 472. 7. Bang. Zeitschr. f. Phys. chem. 1913, 88. S. 44. 8. Lehmann. Skand. Arch. f. Physiol. 1927., 52. S. 169. 9. Satake. Berichte f. d. ges. Phys. u. Pharm. 1927. 40. S. 103. 10. Оппель. Рус. физиол. журн. 1929, 12, стр. 491. 11. Schtscherbakow, Simnitzky, Wischniewsky u. Dimitriew. Pfl. Arch. 1930, 224. S. 670. 12. Цит. по Кэннону. Физиология эмоций 1927, стр. 54. 13. Sundberg. Stud. u. d. Beutzuckerreg. 1925. 14. Higa-yama. Berichte f. d. ges. Phys. u. exp. Pharm. 1927., 40., S. 103. 15. Цит. по Кэннону, стр. 49. 16. Paalzw. Pfl. Arch. 1871, 4., S. 492. 17. Миттельштедт. Жур. эксп. мед. 1928., 1, стр. 29. 18. Дервизи Георгиевская, Ibid., стр. 36. 19. Северин и Дервиз, Ibid, стр. 47. 20. Cannon a. Mendenhall. Am. Journ. of. Physiol. 1914, 34, p. 251. 21 Cannon a. Grey. Ibid. p. 232. 22. Cannon a. Mendenhall, Ibid. стр. 243. 23. Cannon a. de la Paz. Ibid., 1914, 28, p. 64. 24. Савич и Тонких. Изв. ин-та им. Лесгафта, 1922, 5, стр. 37. 25. Они же. Рус. физиол. журн. 1926. 9, стр. 315. 26. Цит. по Лейбсону, Рус. физ. ж. 1924, 7, стр. 153. 27. Sugawara, Watanabe u. Saito. Berichte f. d. ges. Phys. u. exp. Pharm. 1927. 40, S. 117. 28. Цит. по Cannon'у, Am. Journ. of. med. Sc. 1909, 137, p. 480. 29. Nawrocki u. Skabitschewsky. Pfl. Arch. 1891, 49, S. 141. 30. Цит. по Cannon'у. Am. Journ. of. med. Sc. 1909, 137, p. 480. 31. Gontz, Pflüg. Arch. 1872. 6, S. 616. 32. Неचाев, Дисс. 1882. СПб. 33. Rossbach. Deut. Arch. f. Klin. Med. 1889, 46. S. 323. 34. Wertheimer. Arch. d. phys. norm. et Path. 1892, p. 379, 385. Cannon. Am. Journ. of. Physiol. 1898, 1, p. 359. 35. Lömmel, Münch. med. Wochenschr. 1903. S. 1633. 36. Amer, Am. Journ. of. Phys. 1907, 18, p. 347. 37. Borchard. Pfl. Arch. 1927., 215, S. 402. 38. Cannon. Am. Journ. of. med. Scienc. 1909, 137, p. 480. 39. Owsiannikow u. Tschiriew. Bull. d. l'Acad. imper. de Scienc. de SPB. 1873, 18, p. 18. 40. Röhrig. Med. Jahrbuch. 1873, S. 240. 41. Mun K., Pfl. Arch. 1874, 8, S. 151. 42. Luchsinger. Pfl. Arch. 1877, 14, S. 369. 43. Цит. по Нечаеву. loc. cit. 45. Цит. по Кэннону, стр. 22. 44. Лейбсон. Рус. физиол. журн. 1926, 9, стр. 265. 45. Гинединский и Лейбсон, Ib. 1929, 12, стр. 159. 46. Михельсон. Мед. биол. журн. 1930, вып. 1—2, стр. 74. 47. Schiff. Leçons s. l. physiol. d. l. digest. — Paris, 1867, II, p. 409. 48. Павлов и Шумова-Симановская, „Врач“ 1930, № 41. 49. Ушаков—Дисс. 1896. СПб., 50. Leconte. La cellule. 1900, 17, p. 285. 51. Wiskei u. Sasaki. Deut. med. Wochenschr. 1905, 31, S. 1829. 52. Mantelli. Wien. med. Wochenschr. 1911, S. 451. 53. Кисель. Рус. физиол. ж. 1924, 7, стр. 243. 54. Лейбсон. Ibid. 1927, 10, стр. 179. 55. Савич. Ibid. 1922, 4, стр. 155. 56. Цит. по Бабкину. Вн. секр. пищев. желез. 1927, стр. 198. 57. Собин. Deut. Arch. f. Klin. Med. 1888, 43, S. 239. 58. Цит. по Кадыгровову, Дисс. 1905. СПб. 59. Цит. по Прикладовицкому и Аполлонову. Арх. мед. наук. 1928, 2, стр. 17. 60. Кадыгровов loc. cit. 61. Соколова. Моск. мед. журн. 1926 № 1. 62. Прикладовицкий и Аполлонов, Арх. мед. наук. 1928., 2, стр. 17. 63. Streng, Deut. med. Wochenschr. 1891. S. 54. 64. Hess. u. Gundlach. Pfl. Arch. 1920, 185. S. 122. 65. Loerer et Verpy, Compt. ren. d. l. soc. d. Biol. 1917, 80, p. 703. 66. Цит. по Сиротинину, „Вр. дело“ 1923, стр. 480. 67. Сиротинин, loc. cit. стр. 480. 68. Кэннон, Физиология эмоций, 1927. 69. Павлов. Лекции о работе пищев. желез, 1924 г. 70. Бабкин, loc. cit. 71. Тонких А. В. Труды О-ва рус. врач. в СПб. 1913 г.

DIE VERDAUUNG BEI SCHMERZREIZUNGEN

1. Mitteilung. Die Arbeit der Magendrüsen bei Schmerzreizungen

Von S. S. Sserebrénikow

Aus dem Physiologischen Institut der Militär-Medizinischen Akademie (Vorstand — Prof. L. A. Orbeli)

Zusammenfassung

Die Beobachtungen wurden an einem Hunde mit dem Pawlow'schen Magen angestellt.

Die Schmerzreizung wurde in der Form eines Induktionsstroms bei zusammengeschobenen Spulen mit 1-2 Zweivoltakkumulatoren in der primären Kette im Laufe 1 Minute an der Haut der hinteren Extremitäten ausgeführt. Es wurden 4 Versuchsserien angestellt.

1. Serie. — Schmerzreizung sofort nach der Verfütterung von Brot (200 gr.). Im ersten Versuch wurde eine Verlängerung der latenten Periode mehr, als ums Doppelte und eine Herabsetzung der Absonderungswerte im Laufe aller drei Beobachtungsstunden erhalten. Die nachfolgenden Versuche ergaben nur eine Verlängerung der latenten Periode ohne Hemmung im Laufe der nachfolgenden Stunden. Nach wenigen Versuchen ist es möglich, eine gewisse Hemmung der Sekretion unter der Wirkung der bedingten Reizmittel allein herbeizuführen.

2. Serie. — Schmerzreizung sofort nach der Einführung von Liebig'schem Extrakt (15 gr. pro 200 ccm Wasser, welches bis zur Körpertemperatur angewärmt ist). Es wird eine Verlängerung der latenten Periode ohne Hemmung im Laufe der nachfolgenden Stunden beobachtet.

3. Serie. — Die Schmerzreizung in einer halben Stunde nach der Verfütterung von Brot setzt die Sekretion bis auf die Null im Laufe von 20 Min. herab und verringert dieselbe im Laufe der nachfolgenden 25 Minuten.

4. Serie. — Die Schmerzreizung in einer halben Stunde nach der Einführung von Liebig'schem Extrakt ergibt eine allmähliche Entwicklung der Hemmung, welche 25 Minuten dauert, mit vollständigem Ausbleiben der Sekretion im Laufe von 10 Minuten.

Die Wirkung der begleitenden Muskelarbeit ist, — auf Grund des Auseinandergehens der Intensität derselben, die von Versuch zu Versuch zunimmt, mit der Tiefe der Hemmung, welche jedesmal abnimmt, — ausgeschlossen.

Die Rolle des dabei ausgeschiedenen Adrenalins ist zweifelhaft, da das Adrenalin, nach den Literaturangaben, nicht die Abschwächung, sondern die Verstärkung der Magensekretion bewirkt.

Die beobachtete Hemmung wird, augenscheinlich durch nervöse Einflüsse (intrazentrale Hemmung und Erregung der Sekretionshemmenden Fasern des Nervus vagus), und vielleicht, auch durch das Gelangen ins Blut irgend eines, noch nicht aufgeklärten Hormons, welches die Sekretion der Magendrüsen hemmt, bewirkt.

ВЛИЯНИЕ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ГАЗООБМЕН

Р. П. Ольнянская

Из лаборатории физиологии труда Ленинградского института организации и охраны труда

Часть I

Созданный акад. И. П. Павловым метод условных рефлексов является не только могущественнейшим орудием при изучении деятельности головного мозга, но и открывает перед физиологией широкие перспективы в изучении работы различных тканей и органов. С того времени, как школа И. П. Павлова показала, что всякий раздражитель внешнего мира может в порядке условного рефлекса вызывать секрецию пищеварительных желез, на очередь встал вопрос—не могут ли и другие функции организма регулироваться в порядке условного рефлекса.

В настоящее время мы уже располагаем обширным материалом, чрезвычайно обогатившим наши знания, о роли и значении нервной системы в протекании и осуществлении ряда физиологических процессов.

Проф. К. М. Быков¹ и его сотрудники² смогли с несомненностью показать, что процессы мочеотделения и выделения желчи могут резко усиливаться при действии индифферентного до того агента, который связывается с раздражителями, являющимися непосредственными возбудителями секреции мочи или желчи. По отношению к условно-рефлекторному мочеотделению такие же данные получены Лейбсоном³ в лаборатории Л. А. Орбели. Далее можно считать несомненным, что ряд сосудистых реакций точно так же может вызываться не только теми агентами, которые первично влияют на кровообращение, но и всеми теми, которые, влияя через кору больших полушарий головного мозга, связываются во времени с раздражениями, первично действующими на сосудистую систему (Цитович⁴, Рогов⁵). Такие же факты получены проф. Быковым и д-ром М. А. Горшковым⁶ для движений селезенки, которые точно так же могут происходить не только в порядке действия безусловного раздражителя (как, напр., раздражение кожи), но и при действии любых агентов, связываемых во времени с этим болевым раздражением кожи. Механизм условного рефлекса опять-таки перед нами налицо. Синельников⁷ привел со своей стороны убедительные данные, показывающие возможность условно-рефлекторного механизма процессов терморегуляции: раздражители, которые действовали на собаку одновременно с высокой t° , после нескольких одновременных сочетаний вызывали такое же терморегуляторное слюноотделение, как и температурное воздействие. Наконец Метальников⁸ нашел, что в порядке условного рефлекса можно вызвать у животных изменения в крови, связанные с появлением иммунных веществ. Это явление подтверждено Подкопаевым⁹ и

другими. Весь этот материал, а также ряд наблюдений над человеком показали, что под влиянием сильных эффектов может меняться обмен веществ. Клинические наблюдения Grafe и Mayer'a¹⁰ установили влияние гипнотического состояния на обмен.

В свете этих данных представляло интерес подойти к изучению вопроса о возможности регулирования процессов обмена веществ в порядке условных рефлексов. Наиболее легким для методического разрешения и наиболее интересным теоретически был с этой точки зрения вопрос о регуляции обмена веществ при мышечной работе. Предстояло выяснить—не может ли любой внешний раздражитель, будучи связан во времени с мышечной работой, вызывать качественно такое же усиление процессов обмена, как и сама работа. Выяснению этого вопроса и посвящена нижеследующая, выполненная по предложению и под руководством К. М. Быкова, работа.

Методика исследования была следующая:

Безусловным раздражителем в наших опытах была мышечная работа, заключающаяся в поднятии и опускании на табурет, высотой в 40 см. Длительность работы для подопытных женщин составляла 1,5 мин; для мужчин—2 мин. Ритм работы устанавливался звуком метронома—80 ударов в 1 минуту. Этот же звук метронома, продолжавшийся во все время работы и начинавшийся за 2 сек. до работы, служил также условным раздражителем. Определение газообмена производилось по методу Douglas-Haldant'a. Подопытными лицами в наших опытах служили: 2 женщины (И. и Е.) и 2 мужчин (К. и Х.) в возрасте 24—32 лет. Каждый испытуемый предварительно приучался к дыханию через клапан и тренировался в выполняемой в дальнейшем работе. Опыты ставились по утрам, причем со времени приема пищи прошло не менее 12 часов. Основной обмен определялся лежа, после 30—40 минут покойного лежания. Вслед за определением основного обмена испытуемый становился перед табуреткой, причем вновь производилось определение газообмена в течение 4 мин. В некоторых опытах газообмен при стоянии определялся за ряд отдельных отрезков времени по 30 сек. каждый.

К образованию условного рефлекса на изменение газообмена при работе мы подошли следующим образом. После того, как было сделано определение газообмена при спокойном стоянии, испытуемый начинал производить вышеуказанную работу. За 5 сек. до начала работы давалась команда „приготовиться к опыту“, а за 2 сек. до начала физической работы пускали в ход метроном. Последний таким образом применялся нами совершенно так же, как применяются условные раздражители в павловской школе. Таким образом в качестве условного раздражения в наших опытах служил с одной стороны словесный сигнал (за 5 сек. до начала работы) и звук метронома (за 2 сек. до начала работы). Сама работа начиналась по команде „начинать работу“. Во время работы определение газообмена производилось каждые 30 сек. Метроном останавливался тотчас же с прекращением работы. Процесс восстановления изучался стоя, причем в первую минуту восстановительного периода газообмен определялся за каждые 30 сек., а в последующие периоды за каждые 2 минуты и даже 3 минуты.

Данные, полученные по этой серии опытов, представлены на таблицах 1 и 2. Все приведенные в таблице данные легочной вентиляции, потребления кислорода и дыхательного коэффициента стоя, во время работы под метроном и первой минуты восстановления относятся к отрезку времени в 30 сек. Для сопоставления с обычными величинами газообмена, выражаемыми на 1 мин., их необходимо умножить вдвое. Данные же восстановительного периода приведены за 2 мин. и 1 мин. и для сопоставления с 30 сек. фракциями должны быть соответственно разделены на 4 и 2. Из таблиц видно, что потребление кислорода растет с момента начала работы и к концу работы достигает значительной величины. После работы потребление кислорода в первые 30 сек. восстановления несколько повышается, в следующие 30 сек. круто снижается вниз, и дальше понижается до исходного уровня. Изменения вентиляции идут параллельно изменениям потребления O_2 . Анализ дыхательного коэффициента показывает снижение последнего во время работы; во время восстановительного периода он постепенно повышается. Итак выполняемая испытуемыми работа

ТАБЛИЦА 1

Исп. X.

Дата	Газообмен. велич.	Покой стоя *	Метроном + работа				Восстановление			
			30"	30"	30"	30"	30"	30"	2'	2'
6 XII	Легоч. вент.	3,70	6,40	9,38	11,02	12,15	14,02	9,35	24,32	13,04
	потребл. O ₂ в см ³	120	229	405	571	721	832	392	1000	436
	Д/К	0,84	0,76	0,87	0,75	0,65	0,65	0,76	0,85	0,78
7 XII	Легоч. вент.	3,74	6,17	8,32	11,14	11,78	12,2	8,33	22,68	11,36
	потр. O ₂ в см ³	130	252	273	579	643	678	343	952	368
	Д/К	0,89	0,80	0,76	0,73	0,69	0,69	0,76	0,73	0,83
8 XII	Легоч. вент.	3,78	6,41	9,07	10,23	12,35	11,83	—	23,96	16,84
	потр. O ₂ в см ³	132	253	443	500	639	620	—	804	698
	Д/К	0,88	0,80	0,73	0,73	0,75	0,73	—	0,85	0,84
9 XII	Легоч. вент.	3,01	6,34	8,87	11,02	11,15	12,17	8,79	21,36	11,80
	потр. O ₂ в см ³	97	288	403	565	604	719	438	676	384
	Д/К	0,87	0,71	0,71	0,66	0,61	0,60	0,79	0,96	0,86
11 XII	Лег. вент.	2,90	6,42	8,96	11,15	11,41	12,02	8,69	18,80	11,88
	потр. O ₂ в см ³	95	229	417	604	622	668	383	632	372
	Д/К	0,88	0,76	0,74	0,64	0,69	0,69	0,84	1,04	0,92
12 XII	Лег. вент.	3,12	6,32	9,13	11,20	12,15	15,62	9,35	18,04	15,6
	потр. O ₂ в см ³	102	258	412	590	660	796	415	688	496
	Д/К	0,88	0,80	0,72	0,76	0,79	0,83	0,85	0,90	0,89
13 XII	Лег. вент.	2,98	6,70	9,20	10,74	11,94	12,15	9,53	25,0	12,00
	потр. O ₂ в см ³	104	335	449	553	631	653	355	892	396
	Д/К	0,90	0,63	0,69	0,68	0,80	0,80	0,92	0,84	0,83
14 XII	Лег. вент.	2,99	6,12	9,26	11,02	11,36	11,77	8,78	22,88	15,44
	потр. O ₂ в см ³	102	223	395	553	617	636	375	940	520
	Д/К	0,85	0,81	0,76	0,76	0,72	0,65	0,76	0,80	0,83
16 XII	Лег. вент.	2,81	6,54	9,13	11,27	12,17	12,70	9,82	23,52	12,04
	потр. O ₂ в см ³	98	249	410	594	662	707	390	1028	448
	Д/К	0,80	0,81	0,78	0,76	0,79	0,77	0,77	0,71	0,77
17 XII	Лег. вент.	2,96	6,31	9,19	11,41	12,05	12,93	9,00	22,16	12,00
	потр. O ₂ в см ³	98	248	440	615	626	655	400	824	376
	Д/К	0,87	0,76	0,69	0,67	0,77	0,76	0,71	0,82	0,90
18 XII	Лег. вент.	3,04	6,27	8,71	11,18	11,44	11,69	9,88	21,96	11,36
	потр. O ₂ в см ³	106	232	380	589	613	633	482	812	360
	Д/К	0,81	0,76	0,70	0,67	0,72	0,67	0,74	0,77	0,89
19 XII	Лег. вент.	3,04	6,45	8,93	11,51	11,84	12,04	8,94	22,84	11,40
	потр. O ₂ в см ³	106	286	421	589	607	652	383	996	400
	Д/К	0,82	0,69	0,72	0,65	0,66	0,69	0,81	0,70	0,80
20 XII	Лег. вент.	3,01	6,35	9,09	11,61	12,09	12,64	9,17	23,72	13,00
	потр. O ₂ в см ³	109	249	428	558	629	681	450	900	408
	Д/К	0,81	0,80	0,72	0,72	0,77	0,71	0,76	0,80	0,81

* Цифры покоя стоя даны за 30 сек.

Исп. К.

День опытов	Дата	Газообм. велич.	Покой стоя*	Метроном + работа				Восстановление			
				30"	30"	30"	30"	30"	30"	2'	2'
1	28/IX	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,46 122 0,84	6,57 266 0,72	8,17 361 0,75	10,29 555 0,71	9,01 457 0,69	9,62 490 0,76	8,67 391 0,82	20,84 864 0,81	13,84 488 0,84
5	3/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,27 104 0,91	5,85 222 0,82	7,29 346 0,74	9,33 430 0,82	9,10 468 0,70	9,13 480 0,71	7,41 288 0,76	21,00 860 0,83	13,00 460 0,825
7	6/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,30 111 0,86	5,58 219 0,80	7,64 331 0,76	8,16 388 0,69	9,42 448 0,76	9,75 494 0,76	7,33 325 0,78	21,44 764 0,84	12,80 494 0,85
9	8/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,27 104 0,91	5,4 216 0,81	7,68 350 0,75	8,10 363 0,79	8,53 408 0,74	9,5 470 0,74	7,81 347 0,78	20,84 864 0,81	13,84 488 0,84
10	9/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,62 118 0,88	5,6 231 0,74	7,87 331 0,77	8,58 402 0,76	8,94 419 0,75	10,1 506 0,78	8,67 391 0,82	21,64 808 0,88	12,92 432 0,82
11	11/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,97 99 0,84	5,37 207 0,79	7,20 310 0,76	8,42 376 0,79	8,60 444 0,76	8,99 450 0,75	7,01 315 0,75	21,20 748 0,84	13,08 456 0,81
12	12/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,25 113 0,84	5,32 232 0,70	7,65 326 0,75	8,94 408 0,75	9,41 443 0,75	9,99 514 0,73	7,24 361 0,79	21,12 672 0,96	10,96 368 0,83
13	13/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,45 122 0,84	5,89 230 0,79	8,17 361 0,75	8,37 370 0,79	8,90 410 0,75	9,67 524 0,67	7,33 386 0,61	21,64 820 0,82	13,72 440 0,87
14	14/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,22 105 0,87	5,70 227 0,80	7,72 334 0,75	8,61 388 0,82	9,22 447 0,75	9,85 491 0,79	7,37 319 0,75	20,96 832 0,80	14,00 464 0,87
15	15/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,27 114 0,87	5,41 209 0,82	7,42 318 0,78	8,89 404 0,83	8,98 438 0,81	9,71 484 0,80	7,34 334 0,73	22,48 840 0,80	14,44 488 0,90
16	16/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	3,39 113 0,85	5,47 193 0,89	7,42 321 0,73	9,09 415 0,75	9,02 432 0,87	9,14 483 0,80	7,31 303 0,93	19,84 696 0,80	13,72 484 0,80

* Цифры покоя стоя даны за 30 сек.

ТАБЛИЦА 2

Исп. И.

День опытов	Дата	Газообменные величины	Покой стоя*	Метрон. + работа			Восстановление				
				30"	30"	30"	30"	30"	2'	2'	1'
				6	22/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,65 84 0,91	6,4 247 0,82	9,73 417 0,79	10,79 491 0,79	10,98 510 0,79
7	23/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,72 84 0,95	6,38 255 0,815	9,74 444 0,76	10,28 489 0,77	10,89 540 0,76	8,86 393 0,78	18,08 660 0,86	11,00 336 0,92	— — —
8	24/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,77 88 0,90	6,55 234 0,85	9,93 416 0,78	10,71 480 0,79	11,15 514 0,82	8,77 362 0,83	18,88 672 0,84	11,12 356 0,84	— — —
9	26/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,67 84 0,80	6,35 223 0,88	9,84 399 0,815	10,38 451 0,81	10,93 494 0,82	8,92 357 0,81	15,2 540 0,84	10,32 332 0,86	— — —
10	27/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,73 86 0,88	6,29 235 0,84	10,79 405 0,90	12,00 515 0,80	12,03 522 0,84	9,49 349 0,88	15,16 508 0,83	10,76 344 0,86	— — —
11	28/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,63 84 0,89	6,46 263 0,80	10,52 443 0,77	10,84 492 0,76	11,49 554 0,77	9,31 376 0,79	13,04 692 0,78	10,84 344 0,90	— — —
12	29/X	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,53 85 0,86	6,58 254 0,86	9,92 403 0,825	10,82 494 0,80	11,69 575 0,86	9,64 452 0,75	19,12 600 0,90	9,88 308 0,89	— — —
13	1/XI	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,65 85 0,87	6,46 228 0,84	9,15 382 0,73	9,70 445 0,76	10,63 541 0,76	8,85 399 0,76	19,52 688 0,84	10,20 340 0,83	— — —

Исп. Е.

3	8/VI	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,65 83 0,85	4,89 196 0,76	7,46 322 0,75	11,11 524 0,72	10,84 537 0,78	9,81 431 0,78	18,24 684 0,82	12,72 420 0,87	4,82 140 0,88
4	9/VI	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,40 80 0,82	5,74 221 0,755	8,52 391 0,69	9,58 467 0,67	11,28 554 0,68	7,67 332 0,69	14,32 508 0,81	11,96 384 0,86	4,84 144 0,89
5	11/VI	Лег. вент. потр. O ₂ в см ³ Д/К	2,3 77 0,78	5,43 213 0,78	8,24 335 0,80	11,27 540 0,73	11,09 516 0,72	7,91 352 0,71	14,34 552 0,78	12,60 420 0,82	5,48 144 0,91

* Цифры покоя стоя даны за 30 сек.

ТАБЛИЦА 3

Исп. К.

Дата	Газообменные величины	Покой стоя*	Метроном				Работа + метроном				Восстановление			
			30''	30''	30''	30''	30''	30''	30''	30''	30''	30''	2'	2'
17, X	Лег. вент.	3,30	4,7	6,6	5,85	4,77	6,2	9,1	9,1	9,1	10,3	8,1	20,0	13,6
	потр. O ₂ в см ³	108	186	266	222	200	301	469	473	468	555	337	744	456
	Д/К	0,88	0,76	0,72	0,82	0,70	0,69	0,68	0,68	0,70	0,71	0,92	0,77	0,83
18, X	Лег. вент.	3,26	4,3	5,3	4,76	5,47	5,8	8,2	9,6	9,8	10,3	7,4	20,4	14,0
	потр. O ₂ в см ³	109	175	209	202	236	269	388	504	526	553	288	784	484
	Д/К	0,83	0,725	0,76	0,74	0,73	0,70	0,69	0,68	0,73	0,80	0,76	0,73	0,81
19, X	Лег. вент.	3,1	3,6	4,03	3,03	4,47	6,0	8,01	8,6	8,9	9,0	7,3	21,0	13,0
	потр. O ₂ в см ³	103	130	156	122	198	258	364	435	460	457	346	860	460
	Д/К	0,855	0,82	0,76	0,85	0,72	0,73	0,73	0,69	0,73	0,69	0,64	0,83	0,825
20, X	Лег. вент.	3,2	3,4	3,6	3,4	4,41	5,8	8,1	9,4	9,6	10,2	7,3	20,4	13,6
	потр. O ₂ в см ³	111	127	132	130	149	223	358	448	517	540	318	720	480
	Д/К	0,82	0,77	0,77	0,815	0,83	0,82	0,73	0,76	0,80	0,79	0,92	0,84	0,78
22, X	Лег. вент.	3,3	3,3	3,15	3,43	4,46	5,7	8,0	9,3	9,7	10,1	7,33	21,44	12,8
	потр. O ₂ в см ³	107	109	104	113	145	226	365	430	494	523	325	764	444
	Д/К	0,88	0,77	0,85	0,87	0,86	0,815	0,75	0,82	0,76	0,77	0,78	0,84	0,85
23, X	Лег. вент.	3,3	3,2	3,3	3,42	3,98	5,6	7,9	9,1	9,1	9,3	7,75	20,0	12,4
	потр. O ₂ в см ³	115	114	118	118	137	219	343	398	480	494	339	692	432
	Д/К	0,82	0,84	0,83	0,81	0,80	0,80	0,82	0,71	0,71	0,66	0,84	0,87	0,84

является работой довольно интенсивной. Потребление кислорода в 1 мин. составляет: у исп. К. 941 см³, у исп. X.—1407 см³; у исп. И.—1270 см³ и у исп. Е.—1274 см³.

После проведения ряда подобных опытов было приступлено к определению газообмена при изолированном действии условных раздражителей. Для этого после команды „приготовиться к опыту“ пускался в ход метроном, который изолированно, не сопровождаемая работой, продолжался до того момента, когда работа обычно кончалась (1 м. 30 сек. или 2 мин). Только после этого поступало подкрепление условного раздражения и испытуемый по команде „начинать работу“ производил обычную работу. Здесь пробы газообмена также определялись за каждые 30 сек. Такие опыты на каждом испытуемом ставились несколько дней подряд. На прилагаемой таблице 3 приведены данные исп. К. После 16 опытных дней, соответствующих 16 подкреплениям нашего условного раздражителя работой, на 17-й день к испытуемому был применен изолированно условный раздражитель с последующим подкреплением безусловным.

Проследим таблицу опытов по дням:

1-й день. Данные легочной вентиляции показывают повышение с 3,3 л на 4,7 л в первые 30 сек. изолированного действия метронома. Следующие 30 сек. дают еще большее повышение—6,6 л, следующие—5,85 литров и, наконец, последние 30 сек. действия условного раздражителя—4,77 л. Потребление кислорода показывает аналогичную картину: в первые 30 сек. потребление O₂ составляет 186 см³ против покойной величины 108 см³, следующие 30 сек.—266 см³ (повышение на 250% против величины покоя), дальше 222 см³ и 200 см³. Макси-

*) Цифры покоя стоя приведены за 30''.

мум повышения наблюдается во вторые 30 сек. изолированного действия условного раздражителя. После этого идет очень небольшое снижение, хотя величина потребления кислорода продолжает быть резко повышенной по сравнению с исходной величиной. Условный рефлекс на повышение газообмена уже образовался.

2-й день. Абсолютные величины легочной вентиляции и потребления кислорода несколько меньше, чем в первый день. Соотношение данных по полуминутным пробам те же, что и при первом изолированном применении условного раздражителя. Максимальная величина потребления кислорода приурочена к 30—60 сек. действия метронома. Обращает на себя внимание последние 30 сек. действия условного раздражителя — наблюдается значительное повышение потребления кислорода и легочной вентиляции. Можно думать, что в данном случае мы уже имеем начинающееся развитие процесса запаздывания — приурочивание максимума условно-рефлекторного эффекта к началу действия безусловного рефлекса.

3-й день. Абсолютные значения и легочной вентиляции и потребления кислорода еще меньше, чем в предыдущий день. Общий характер изменений газообмена остается однако тем же: повышение в первые 30 сек., еще больше в следующие 30 сек., понижение в 3-ю полуминутную фракцию и, наконец, повышение в последние 30 сек. изолированного действия метронома.

4-й день. Данные легочной вентиляции почти не отличаются от величин покоя стоя. Наблюдается повышение только в 4-е 30 сек. действия метронома. Данные потребления кислорода все еще повышены.

6-й день. И легочная вентиляция, и данные потребления кислорода не повышены по отношению тех же величин в покое в первые 90 сек. изолированного действия условного раздражителя. В последние 30 сек. наблюдается повышение величин потребления кислорода и легочной вентиляции. Мы находим здесь закономерное развитие процесса запаздывания. Повышение предшествует действию безусловного раздражителя.

Данные дыхательного коэффициента (Д/К) показывают следующую картину: в первый день изолированного действия условного раздражителя Д/К снижается с 0,88 до 0,70; 3—4-й день — снижение Д/К также наблюдается. 6-й день — Д/К остается без изменения по сравнению с величиной покоя. Отчетливо выраженной закономерности в изменении Д/К не отмечается.

Для иллюстрации приведены данные еще одной испытуемой (табл 4). Изолированное действие метронома составляло 1 мин. 30 сек. Наблюдение велось в течение 3 опытных дней. 1-й день дает повышение легочной вентиляции с 2,55 л до 4,28 л. Максимум повышения наблюдается во вторые 30 секунд, дальше идет снижение. Потребление кислорода идет параллельно изменениям вентиляции. 2-й день дает повышение легочной вентиляции и потребления кислорода в первые 30 сек.; следующее 30 сек. дают большее повышение и последние 30 сек. еще больше. В 3-й день как в первые 30 сек., так и во вторые 30 секунд изолированного действия условного раздражителя никаких изменений в цифрах легочной вентиляции и потребления кислорода нет. Последние 30 секунд дают повышение легочной вентиляции с 2,48 л на 3,76 л. Потребление кислорода повышается с 78 см³ на 123 см³. Опять-таки перед нами, повидимому, налицо развитие запаздывания.

Данные Д/К под влиянием изолированного действия условного раздражителя также снижаются (по сравнению с покоем), но снижение это не столь значительное.

ТАБЛИЦА 4

Исп. Е

Дата	Газообмен. велич.	Покой стоя	Метроном			Метроц. + работа			Восстановление				
			30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	2'	2'	1'
12/VI	Лег. вент. потр. O_2 в см ³ Д/К	2,55	4,28	4,54	3,05	7,42	8,41	10,32	11,81	8,53	14,72	12,56	5,72
		82	158	163	111	316	373	507	584	378	624	460	174
		0,77	0,76	0,76	0,76	0,58	0,73	0,67	0,60	0,73	0,72	0,78	0,82
13/VI	"	2,45	3,26	3,65	4,00	7,67	9,25	10,28	11,62	8,89	14,72	9,84	—
		80	123	136	153	297	358	466	496	350	492	264	—
		0,78	0,69	0,69	0,73	0,81	0,81	0,76	0,92	0,85	0,90	0,92	—
14/VI	"	2,48	2,46	2,67	3,76	6,89	8,42	9,28	9,36	8,96	14,08	10,28	—
		78	78	90	123	270	376	442	457	400	504	300	—
		0,81	0,81	0,79	0,79	0,75	0,73	0,74	0,73	0,79	0,80	0,85	—

Опыты, поставленные на других испытуемых, показали совершенно аналогичную картину.

Во всех вышеописанных опытах, изолированное, продолжавшееся 1 м. 30 секунд действия условного раздражения подкреплялось потом безусловным раздражением—подъемом на табуретку.—Представлялось важным выяснить, как протекает потребление кислорода и другие изменения газообмена при работе, начинающейся на фоне условного раздражения.

Как видно из таблиц 3 и 4, при этом неизменно наблюдалось значительно большее потребление O_2 , чем в том случае, когда работа начиналась почти сразу (через 2 сек.), после начала действия наших условных раздражителей. Снижение же Д/К здесь выражено резко, чем в первой серии опытов—образования условного рефлекса. Мы можем сказать, что потребление кислорода достигает больших цифр в случае более высокого исходного уровня, который в данном случае вызван в порядке условного рефлекса.

На рис. 1 столбиками показано избыточно-потребленное количество кислорода отдельно за время изолированного действия условного раздражителя, за время работы и за время восстановления. Диаграмма эта четко иллюстрирует сказанное выше. Мы видим, что

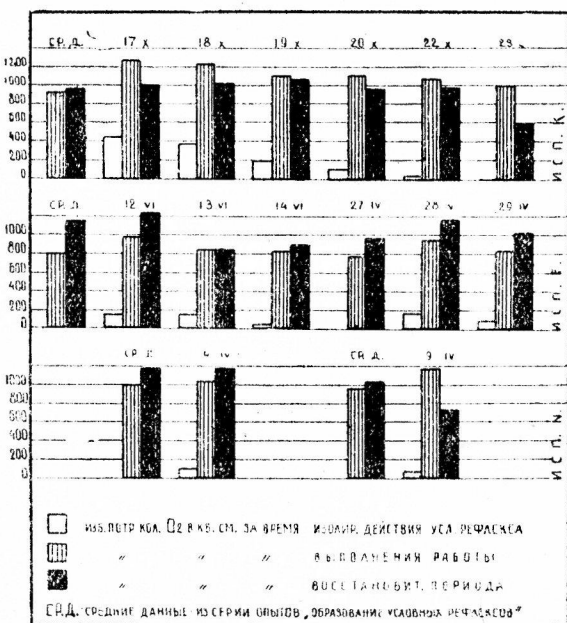


Рис. 1.

потребление кислорода при работе, которой предшествовало условное раздражение, выше, чем при работе, начинающейся, так сказать, „с места“. В среднем увеличение равно на 160—200 см³. В таблице также видно, что избыточно-потребленное количество кислорода за время изолированного действия метронома постепенно день-от-дня снижается. Наряду с этим идет и снижение потребления кислорода во время работы. Эта величина падает почти до той величины потребления кислорода, которая характеризовала работу, начинавшуюся без предварительного действия условного раздражителя.

Вышеописанные опыты дают нам право утверждать, что индифферентные до того раздражители, которые связываются во времени с выполнением физической работы, могут вызывать такие же сдвиги в обмене веществ, как и сама работа. Другими словами: процессы обмена веществ в том виде, в каком они вырисовываются на основании исследования газообмена, могут изменяться в порядке условного рефлекса.

Чтобы больше оттенить характер найденного нами повышения обмена, мною были поставлены опыты, имевшие целью воспроизвести в данном конкретном случае некоторые характерные черты условных рефлексов, изученных школой Павлова. Мною уже отмечалось, что то постепенно намечавшееся приурочивание эффекта в изменении газообмена к последним моментам изолированного действия условного раздражителя с большей вероятностью могло быть объяснено развитием внутреннего торможения при отставлении во времени действия условного раздражителя от его подкрепления безусловным.

Уже здесь мы имеем значительную аналогию с описанным в лаборатории Павлова процессом запаздывания (Завадский¹¹ и др.)

Из литературы по физиологии условных рефлексов хорошо известно, что при многократном повторении условного раздражения, не сопровождаемого безусловным раздражением, величина условного рефлекса постепенно падает до нуля. Желая показать это явление на изучаемых нами условных рефлексах, я следующую серию опытов проводила следующим образом: после сигнала „приготовиться к опыту“ пускался в ход метроном, который, как и в прежних опытах, действовал изолированно без сопровождения работой, до того момента, когда работа обычно кончалась. Теперь, после прекращения звучания метронома — подкрепления работой не происходило, и величина газообмена определялась непосредственно после прекращения действия условного раздражителя. Пробы выдыхаемого воздуха забирались каждые 30 секунд. Такие опыты ставились несколько дней подряд на каждом испытуемом. Данные этих опытов приведены на табл. 5. Над подопытным лицом X. проведен был ряд опытов с образованием условного рефлекса в течение 14 дней. На 15-й день применен был изолированно звук метронома. Как показывают данные, приведенные на этой таблице, условный раздражитель вызывает повышение газообмена в первый день. Повышение это значительно и достигает 216% исходной величины. Максимум повышения газообмена наблюдается в первые 30 сек. действия метронома. Д/К показывает снижение. После прекращения условного раздражения мы видим за первые 30 секунд повышение вентиляции и потребления кислорода. Д/К еще больше понижается. 4-й день опытов — газообменные показатели все еще повышены. Д/К снижен. 5-й день — данные легочной вентиляции, потребления кислорода, Д/К — остаются без изменения под влиянием изолированного

ТАБЛИЦА 5

Исп. X.

Дата	Газообмен. велич.	Покой стоя *	Метроном				Восстановление			
			30"	30"	30"	30"	30"	30"	2'	2'
21/XII	Легоч. вент.	3,01	5,11	4,42	4,26	4,10	4,78	3,51	12,28	11,12
	потреб. O ₂ в см ³	103	223	199	201	193	218	130	388	368
	Д/К	0,81	0,70	0,66	0,64	0,65	0,62	0,79	0,89	0,85
22/XII	Легоч. вент.	3,07	4,43	4,15	3,59	4,24	4,50	3,07	11,12	9,84
	потреб. O ₂ в см ³	108	199	191	168	177	192	102	380	356
	Д/К	0,84	0,70	0,66	0,61	0,69	0,65	0,85	0,84	0,85
23/XII	Легоч. вент.	2,91	3,89	3,86	3,58	3,62	3,62	3,31	10,48	12,04
	потреб. O ₂ в см ³	97	182	176	201	170	141	106	332	368
	Д/К	0,83	0,74	0,67	0,75	0,76	0,94	0,93	0,92	0,93
24/XII	Легоч. вент.	2,92	3,99	4,19	3,42	3,75	4,25	3,15	12,00	12,28
	потреб. O ₂ в см ³	102	181	186	156	173	178	112	384	428
	Д/К	0,80	0,66	0,66	0,66	0,64	0,93	0,80	0,88	0,87
25/XII	Легоч. вент.	2,86	2,73	2,96	2,73	2,74	2,87	2,74	11,72	11,68
	потреб. O ₂ в см ³	100	96	101	99	92	98	95	404	396
	Д/К	0,82	0,83	0,92	0,83	0,87	0,83	0,80	0,79	0,80

* Цифры покоя стоя приведены за 30".

ТАБЛИЦА 6

Фамилия	1-й день	2-й день	3-й день	4-й день	5-й день	6-й день	Примечание
Е	184	172	57				
	152	137	42	—	—	—	
	180	206	92	15		15	
И	131	158	73	5	—	5	
	243	116	95	17	—	180	
	181	91	71	16		131	
К	440	386	194	94	46	28	
	355	318	165	74	32	21	
Х	404	303	341	288	1	—	
	347	263	307	253	1		

Верхний ряд цифр указывает избыточное потребление O₂ в см³ за время изолированного действия метронома по дням опытов.

Нижний ряд — то же минус кислород, пошедший на работу дыхательных мышц (расчет сделан по Speck'у).

действия условного раздражителя. Наблюдается полное угасание условного рефлекса.

Аналогичную картину показывают опыты, поставленные на других испытуемых. При этом процесс угасания развивается довольно быстро (на 4—5-й день применения изолированно условного раздражителя).

Следующий ряд опытов был поставлен с целью выработать дифференцирование двух раздражителей.

Известно, что при применении раздражителя, родственного выработанному условному раздражителю и не подкрепляемого безусловным,

постепенно образуется различие двух близких между собой раздражителей. Подкрепляемый условный раздражитель дает реакцию, а не подкрепляемый, дифференцировочный — начинает постепенно давать все меньший и меньший эффект, а затем и совсем не дает никакого эффекта. В основе этого явления лежит развитие процесса торможения. Опыты с выработкой дифференцирования двух раздражителей ставились следующим образом: в прежних опытах условным раздражителем был метроном в 80 ударов в 1 мин. Теперь мы стали применять метроном в 50 ударов в 1 мин., не сопровождая его работой. Опыты шли ежедневно с применением какого-нибудь одного из раздражителей, либо метронома в 80 ударов в 1 мин., подкрепляемого работой, либо метронома в 50 ударов в 1 мин., не сопровождаемого работой.

Данные образования дифференцировки представлены на рис. 2. Черные столбики показывают избыточно-потребленное количество кислорода за время изолированного действия метронома в 80 ударов в 1 минуту; белые — за время изолированного действия метронома в 50 ударов в 1 минуту.

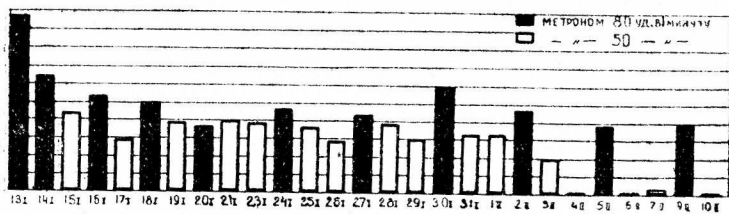


Рис. 2

Диаграмма показывает следующее:

13/1 — дается раздражитель — звук метронома в 80 уд. в 1 мин. Избыточно-потребленное количество кислорода за время изолированного действия метронома в течение 2 минут равно 480 см^3 . По окончании звучания метронома дается подкрепление работой.

14/1 — дается тот же раздражитель. Наблюдаемое количество избыточного потребления кислорода несколько меньше, чем в опыте от 13/1, оно равно 325 см^3 . Условный рефлекс подкрепляется работой.

15/1 — применяется дифференцировочный раздражитель, метроном в 50 ударов в 1 мин., не подкрепляемый безусловным раздражителем. Наблюдается повышение потребления кислорода, равное 218 см^3 .

16/1 — раздражитель — звук метронома в 80 ударов в 1 мин. Избыточно-потребленное количество кислорода равняется в этот опытный день 267 см^3 .

17/1 — дифференцировочный раздражитель 50 ударов метронома в 1 мин. Величина избыточно-потребленного кислорода равна 137 см^3 .

18/1 — метроном в 80 ударов в 1 мин. Величина избыточно-потребленного кислорода равна 298 см^3 и т. д.

Рассматривая диаграмму (рис. 2) дальше, по дням, видно, что при применении раздражителя звука метронома в 80 ударов в 1 мин. наблюдается довольно значительное повышение потребления кислорода. При применении дифференцировочного раздражителя в первые дни также наблюдается повышение потребления кислорода, хотя и меньше, чем при метрономе в 80 ударов. Причем нужно отметить, что эффект от метронома в 50 ударов в 1 мин. бывает больше в те дни, когда

опыту с применением метронома в 50 уд. предшествует опыт с применением метронома в 80 ударов в 1 мин.

Только на 23-й опытный день — 4. II. 31 г., при применении дифференцировочного раздражителя отмечается полное отсутствие повышения в потреблении кислорода.

Итак, полная дифференцировка была достигнута на 13-й пробе дифференцировочного раздражителя.

Только-что описанные опыты с выработкой дифференцирования двух раздражителей указывают нам, что газообменные условные связи человека в основном и главном подчиняются всем основным закономерностям высшей нервной деятельности, доказанным школой И. П. Павлова для нервных процессов, протекающих в коре больших полушарий у высших животных.

Все эти изменения обмена под влиянием условных раздражителей ставят перед нами вопрос о механизме этого явления и об относительном участии различных систем и органов в этом „предрабочем“ обмене веществ. Изменение работы этих последних может вызвать само по себе значительное изменение обмена. Поэтому нам необходимо проанализировать наш материал с точки зрения возможного участия различных аппаратов в обнаруженном условно-рефлекторном повышении обмена веществ.

Образование временной связи между различными агентами внешней среды через кору головного мозга и газообменом выражается не только в повышении легочной вентиляции и потреблении кислорода, но и в изменении Д/К, представляющего сложную функцию. Это обстоятельство указывает на то, что условный раздражитель, повидимому, влияет не только на изменение легочной вентиляции, но и на течение окислительных процессов в тканях. Все же, однако увеличение дыхания (легочной вентиляции) не может само по себе не вызвать увеличения процессов обмена, и роль этого фактора необходимо учесть. Величина добавочного энергетического расхода на добавочную работу дыхательных мышц при усиленном дыхании определяется Лоewу¹² и Среск'ом¹³ различно. Лоewу дает цифру около 5 см^3 на каждый дополнительный литр легочной вентиляции. Среск дает величину 10 см^3 . Не вдаваясь в критику этих данных, мы попытались рассчитать эту дополнительную величину потребления кислорода на избыточную легочную вентиляцию в наших случаях, пользуясь данными Среск'а. На табл. 6 приведены эти данные. Из этих сопоставлений видно, что фактор увеличения легочной вентиляции далеко не может покрыть всей величины повышения обмена, связанного с действием условного раздражения. К сожалению, нами не производился счет пульса и не определялся Schlagvolumen, а потому нельзя точно определить энергетический расход, связанный с изменениями сердечной деятельности. Но добавочный кислород, идущий на работу сердца, очень невелик. Данные, полученные на людях у Лоewу и Schrotter'a¹⁴ ($0,13 \text{ см}^3$ на 1 систолу) и у Plesch'a¹⁵ ($0,17 \text{ см}^3$), довольно близко стоят друг к другу. Принимая во внимание эту величину, можно предположить, что, учтя и эти добавочные величины, все же останется достаточно большая величина расхода энергии, не могущая быть объяснена этими процессами.

Никаких заметных на глаз мышечных сокращений наблюдать не удается. Не исключена, однако, возможность изменения тонуса мышц при стоянии, т. е. перехода под влиянием условного раздражения от свободного стояния к образованию напряженной предрабочей стойки. Нужно, однако, оговориться, что изменение тонуса связаны с чрезвычай-

чайно малым энергетическим расходом, в полной мере не могущим объяснить описанные изменения. Практически же наблюдаемые изменения газообмена при спокойной стойке ведут к незначительному повышению расхода энергии, по сравнению со спокойным лежанием (Березина).¹⁶ У Амага¹⁷ повышение расхода при стоянии „смирно“ выражается в увеличении, достигающем 6%. Для указанного предположения имеются обоснования в интересном наблюдении доц. Бернштейна, который показал, что работа мышц на утомленном организме в своем статическом компоненте не та, как в неутомленном организме.

Наконец, возможно, что изменения газообмена и связанные с этим изменения окислительных процессов в тканях могут быть объяснены трофическим влиянием нервной системы на химизм тканей. К этому имеется достаточно оснований в недавних работах Abderhalden'a¹⁸ и Wertheimer'a¹⁹, работах Сперанского²⁰, работах школы Орбели о влиянии симпатической системы на поперечно-полосатую мышцу и других подобных работах.

Анализ этого сложного комплекса факторов составит предмет дальнейших наших исследований.

Однако, полученный материал уже позволяет здесь сделать ряд выводов относительно постановки исследований газообмена на человеке.

Влияние центральной нервной системы на газообмен обнаруживается несомненно во многих случаях подобного рода исследований на человеке. Из литературы можно бы было привести очень много указаний на влияние центральной нервной системы на колебания газообменных показателей. Для краткости позволю себе привести только несколько случаев из практики нашей лаборатории. Савченко и Слоним²¹ при изучении относительного покоя у рабочих зав. „Красный выборжец“ нашли, что величина последнего повышена в мастерской, где производится сама работа, по отношению к величине, найденного в лабораторных условиях. Повышение величины относительного покоя в мастерской зависит, по видимому, от целого комплекса внешних условий, связанных с производственной обстановкой.

Работа Фарфеля, Пелиновской, Школьниковой, Храниловой²² над грузчиками показала следующее: исследовался газообмен у грузчиков, занимавшихся ношением груза в течение 6 часов с перерывами в 20 мин. после каждых 40 мин. работы. На 36-й минуте испытуемым задавалась функциональная проба, заключающаяся в ритмическом поднятии на стул (25 раз в 1 мин.) и сопровождавшаяся, как показали исследования, большим расходом энергии. Пробы выдыхаемого воздуха для выяснения расхода энергии при основной работе брались на 8-й и 35-й минутах каждого часа. При этом было обнаружено, что потребление кислорода на 35-й минуте почти во всех случаях превышает потребление кислорода на 8-й минуте. В то же время, в иных опытах, когда работа с тем же грузом производилась непрерывно на протяжении 2 часов (без выполнения функциональной пробы), никакого повышения в потреблении кислорода в пробах, бравшихся каждые полчаса (по отношению к 1-й пробе), обнаружено не было. Это заставило авторов указанной работы усомниться в том, что наблюденное повышение является следствием утомления, развившегося за исследуемый промежуток времени. Как было указано, вслед за пробой, взятой на 35-й минуте и показавшей повышенное потребление кислорода, следовала функциональная проба, сопрово-

ждавшаяся большим, чем обычная работа, расходом энергии. Возможно, что в течение промежутка времени, непосредственно предшествовавшего этой функциональной пробе, расход энергии повышен вследствие явлений условно-рефлекторного порядка. Для проверки этого предположения были поставлены опыты, отличавшиеся от обычных только тем, что в них не была включена функциональная проба. Здесь уже потребление кислорода на 35-й минуте повышено относительно потребления кислорода на 8-й минуте каждого часа лишь в незначительном числе случаев. Если за 6 часов работы минимальное (из всех исследованных 4 дней) число повышений в обычных условиях составляло 4, то при опытах с исключением функциональной пробы мы видим это повышение лишь в 2 случаях. Процент наблюдаемых понижений составляет для первой серии максимум 40%, для второй серии в обоих случаях 66,8%.

Либерман и Слоним,²³ изучая опилку металла, при длительной работе наблюдали, что в большинстве случаев к концу опыта (длительностью около 1½ часа) наблюдается большее потребление O₂ на единицу работы, чем в начале рабочего дня. При примерно одинаковой производительности большее потребление O₂ на единицу работы связано и с большим потреблением кислорода в одну минуту.

Длительность опытов постепенно возрастала от 1½ до 4½ часов, причем увеличение потребления кислорода на единицу работы и на одну минуту при постепенном удлинении опыта отодвигалось во времени, оставаясь во всех опытах особенно резко выраженным к его концу. Это обстоятельство заставило предположить, не наблюдается ли в данном случае образование условного рефлекса на конец работы. Для проверки этого предположения после ряда 3½-часовых опытов, в которых до окончания работы наблюдалось повышение потребления кислорода, была поставлена серия опытов 2½-часовой длительности. Тогда в первые 3 дня опытов, с указанной длительностью, не наблюдалось никакого повышения газообмена к концу работы; в последующие два дня к концу опыта опять наблюдалось значительное повышение обмена. В последующих опытах 4½-часовой длительности потребление кислорода начинает возрастать к концу 3½-час. работы, особенно резко увеличиваясь в последние полчаса.

Так как в условиях этих опытов не было исключено влияние тренировки, которым отчасти могли быть объяснены постепенное отодвигание к концу работы момента увеличения газообмена, влияния изношенности инструмента, утомления и других факторов, то эти данные не позволяют делать точного вывода о значении для них условного рефлекса на окончание работы. Но тот факт, что увеличение газообмена во всех случаях особенно резко сказывается к концу работы, делает это предположение вероятным.

Из литературных данных можно указать на Крoга и Линдгарда и др., доказавших, что „увеличенная легочная вентиляция, появляющаяся с началом работы, может быть только результатом повышения возбудимости дыхательного центра; они же высказывают предположение, что это повышение возбудимости обуславливается импульсами, посылаемыми от высших центров к дыхательному, одновременно с импульсами к скелетным мышцам“.

Приведенные данные показывают, что при всех исследованиях газообмена на человеке, где энергетический расход под влиянием работы сопровождается одновременно действием каких-либо меняющихся раздражителей, необходимо учитывать то обстоятельство, что все посторонние агенты, действующие одновременно с фактором, усили-

вающим окислительные процессы, сами становятся импульсами для усиления газообмена, т. е. иначе сказать, они действуют, как условные раздражители.

Отсюда можно сказать, с большей определенностью, что изменения, происходящие от влияния коры головного мозга, необходимо строго учитывать при проведении практических работ, особенно в тех случаях, где мы имеем дело с небольшими изменениями в обмене.

Дальнейшим этапом нашей работы намечено исследование влияния условно-рефлекторного фактора газообмена в конкретной производственной обстановке с учетом всей совокупности социальных, экономических и др. моментов.

В заключение хочу выразить искреннюю благодарность проф. К. М. Быкову за предложенную тему, руководство работой и неизменный интерес, проявляемый к работе.

Выводы

1. Изменение газообмена может происходить под влиянием условных раздражителей.
2. Выработанный условный рефлекс на газообмен подчиняется всем основным правилам, свойственным условно-рефлекторной деятельности.
3. Повышение газообмена не может быть объяснено дополнительным расходом, идущим на работу дыхательных мышц.
4. При постановке исследований газообмена на человеке, в особенности в производственных условиях, необходимо учитывать все колебания показателей газообмена, зависящие от коры головного мозга.

Поступило в редакцию
14 июля 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. М. В у к о в und I. A. A l e x e j e w - B e r k m a n n. Die Ausbildung bedingter Reflexe auf Harnausscheidung. Pflüg. Arch. f. d. g. Physiologie des Menschen und der Tiere. В. 224. Heft 6. 2. Р и к к л ь А. В. Рус. Физ. Жур. Т. XIII. В. 2. 1930 г. 3. И в а н о в Е. П. Рус. Физ. Жур. Т. XIII. В. 2. 1930 г. 4. Лейбсон. Прения по докладу Быкова К. М. Труды Всесоюзн. Съезда Физиол. 1926 г. 5. Цитович Рус. Физиол. Жур. 1918 г. 6. Рогов А. А. Рус. Физ. Жур. Т. XIII. В. 6. 1929 г. 7. Быков К. М. и Горшков. Доклад на IV Всесоюз. Съезде Физиол. 1930 г. Труды Всесоюз. съезда физиол. 8. С и н е ж ь н и к о в. Тр. III Вс. съезда физиол. 10. М е т а л ь н и к о в. Annalis de l'institut Pasteur 40. 1926. 10. П о д к о п а е в Н. А. 1) Доклад на III Вс. Съезде Физиол. в 1928 г. 2) Жур. экспер. биол. и мед. Т. XI. № 30. 11. G r a f e и M a y e r. Wiener. Kl. W. 1925 г. 12. З а в а д с к и й И. В. Материалы к вопросу о тормож. и растормож. условных рефлексов. РОСС. СПБ. 1908 г. 13. L o e w y. Handbuch der Biochemie des Menschen und d. Tiere. В. VI, 1926 г. 14. S p e c k. Ergeb. der physiolog. 1903 г. 15. L o e w y и S c h r ö t t e r. Цитиров. по Speck'y 16. P l e s c h. Цитировано по Speck'y 17. Б е р е з и н а. Тезисы и авторефер. IV Вс. съезда физиол. в 1930 г. 18. А м а р Ж. Челов. машина Госиздат 1926 г. 19. A b d e r h a l d e n. Pflüg. Arch. f. d. g. Physiologie des Menschen und Tiere. В. 213, 215 20. W e r t h e i m e r. Pflüg. Arch. f. d. g. Physiol. des Menschen und Tiere. В. 213, 215. 21. С п е р а н с к и й. Нервная система в патологии. Госмедиздат 1930 г. 22. С а в ч е н к о Н. С. и С л о н и м А. Д. Труды Института гигиены труда и техники безопасности, Вып. 5. 23. Ф а р ф е л ь В. С. Пелиновская С. М., Ш к о л ь н и к о в а Р. Б. и Х р а н и л о в а Н. В. Цитировано со слов авторов. 24. Л и б е р м а н В. Б. и С л о н и м А. Д. Газообмен и утомление. Цитировано со слов авторов.

DIE WIRKUNG DER HIRNRINDE AUF DEN GASUMSATZ

R. P. Olnjanskaja

Zusammenfassung

Aus den Laboratorium der Arbeitsphysiologie des Leningr. Institutes für Arbeitsorganisation und Schutz

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Frage über die Möglichkeit der Regulierung der Gasumsatzvorgänge von seiten der bedingten Reflexe. Es musste aufgeklärt werden, ob das beliebige äussere Reizmittel welches zeitlich mit Muskelarbeit verbunden ist, eine ebensolche qualitative Verstärkung der Gasumsatzprozesse hervorrufen könne, wie die Arbeit selbst.

Die Versuche wurden am Menschen angestellt. Die Untersuchungsmethodik war, wie folgt: das unbedingte Reizmittel war die Muskelarbeit, welche im Besteigen eines 40 cm hohen Schemels und im Absteigen von demselben im Laufe von 1,5—2' bestand. Der Rhythmus der Arbeit wurde durch das Metronom—80 Schläge in 1'—festgestellt. Der Schlag des Metronoms diene als bedingtes Reizmittel.

Die Bestimmung des Gasumsatzes wurde nach dem Douglas-Haldanischen Verfahren ausgeführt.

Die Versuche mit der Bildung des bedingten Reflexes auf die Veränderung des Gasumsatzes bei der Arbeit wurden auf folgende Weise angestellt: der Gasumsatz wurde bei ruhigem Stehen bestimmt 5" vor dem Beginn der Arbeit wurde der Befehl gegeben, sich zum Versuch vorzubereiten; 2" vor dem Beginn der Arbeit wurde das Metronom in Bewegung gesetzt. Als bedingtes, Reizmittel diene also, einerseits, das Wortsignal (5" vor dem Beginn der Arbeit), andererseits der Schlag des Metronoms Beginn dar (2" vor dem Arbeit). Die Arbeit wurde nach dem Befehl, dieselbe anzufangen, begonnen. Das Metronom wurde sofort nach beendeter Arbeit zum Stillstand gebracht.

Die Versuche mit der Wirkung des bedingten Reizmittels auf die Veränderung des Gasumsatzes wurden auf folgende Weise angestellt; nach dem Befehl, die Arbeit zu beginnen, wurde das Metronom in Bewegung gesetzt; es bewegte sich isoliert, ohne von der Arbeit begleitet zu werden, bis zum Moment, nach dessen Erreichung die Arbeit gewöhnlich beendet wurde (1 Min. 30 Sek. oder 2 Min.) Nachher trat die Verstärkung durch das bedingte Reizmittel ein, und die Versuchsperson führte— auf den Befehl, die Arbeit zu beginnen— die gewöhnliche Arbeit aus.

Bei der Arbeit wurden folgende Resultate erhalten.

1. Die Veränderung des Gasumsatzes kann unter der Wirkung der bedingten Reizmittel stattfinden.

2. Der ausgearbeitete bedingte Reflex auf den Gasumsatz ist allen Hauptregeln untergeordnet, welche für die bedingte reflektorische Tätigkeit eigentümlich sind.

3. Die Erhöhung des Gasumsatzes kann durch den ergänzenden Verbrauch, welchen die Arbeit der Atmungsmuskeln erfordert, nicht bedingt werden.

4. Bei der Anstellung von Untersuchungen des Gasumsatzes am Menschen, besonders in Betriebsbedingungen, müssen alle Schwankungen der Gasumsatzindexe, welche von der Hirnrinde abhängen, in Betracht gezogen werden.

ПИЩЕВАРЕНИЕ ПРИ БОЛЕВЫХ РАЗДРАЖЕНИЯХ

Сообщение II. Работа поджелудочной железы при
болевых раздражениях

С. С. Серебренников

Из физиологич. лаборат. Военно-медич. академии (зав. — проф. Л. А. Орбели)

Еще в середине прошлого столетия Клод Бернард (Claude Bernard¹) указывал на большую чувствительность поджелудочной железы ко всякого рода воздействиям на нее и в связи с этим отмечал большую трудность определения количества нормальной секреции сока в острых опытах, так как сама операция, особенно если она болезненна, изменяет количество сока. Позже Бернштейн (Bernstein²) видел рефлекторную задержку секреции pancreas при рвоте и раздражении центральных концов обоих блуждающих нервов. Такие указания мы находим у Афанасьева и Павлова (Afanassiew u. Pawlow)³ (1878 г.), видевших остановку секреции уже только после трахеотомии в тех случаях, где операция была особенно болезненна. В лучших условиях эти опыты повторил Павлов (Pawlow^{4, 5}), установив с несомненной достоверностью задерживающее влияние на секрецию pancreas при раздражении различных чувствительных нервов. На задержку секреции при чувствительных раздражениях указывает и Кудревецкий⁶.

Из более поздних работ можно указать на работу Экслера⁷, сообщающего об угнетающем влиянии психических состояний на работу pancreas, и работу Анрепа⁸, видевшего задержку панкреатической секреции при раздражении центрального конца блуждающего нерва в остром опыте. Дионесов⁹ наблюдал торможение секреции внешними условиями опыта — присутствием большего количества студентов. Торможение распространяется и на нервную и на гуморальную фазы.

Таким образом нет разногласий в том, что чувствительные раздражения тормозят секрецию поджелудочной железы, но точка приложения и механизм этого действия не выяснены. Мы попытались дать некоторые данные для решения этого вопроса, пользуясь собакой с выведенным по Павлову главным протоком поджелудочной железы.

Для этой цели нам служила собака „Вертушка“ 19 кг весом, прооперированная 8 месяцев тому назад. К особенностям животного надо отнести почти постоянную секрецию сока и вне периодов пищеварения, так что в свободные от опытов дни приходилось прибегать к особым приспособлениям, для того чтобы собака не теряла много сока. В связи с этим и опыты ставились реже — 1 опыт в 4—6 дней. Несмотря на постоянную потерю сока животное вполне приспособилось к этому, чему доказательством служит сохранение постоянного веса в течение всего периода работы с ней. Это имеет большое зна-

чение, т. к. только на животном, вполне приспособившемся к потерям сока, можно наблюдать правильную работу поджелудочной железы.

Раздражители поджелудочной железы сравнительно не многочисленны. Из них наиболее энергично действуют кислота и жир. Мы на них остановились еще и потому, что механизм их действия различен. В то время как кислота действует гуморально, в отделении панкреатического сока на жир принимают участие и секреторные нервы.

Первая серия опытов проведена с жиром. Сюда принадлежат 13 опытов, из них 6 с раздражением.

Собака перед опытом сутки не ест. Опыты не удавалось начинать при полном покое железы, обычно сначала собака 1—2 часа выдерживалась в станке; в течение этого времени наблюдалась спонтанная секреция, а затем давалось 80 см³ подсолнечного масла, которое собака съела в продолжение 20-30 секунд. В опытах с раздражением сразу за этим следовало электрическое раздражение кожи задних ног, предварительно смоченной (сдвинутые катушки, 1—2 двухвольтовых аккумулятора в первичной цепи). Секреция отмечается за 3 часа по 1/4 часа и по часам. Переваривающая сила в часовых порциях здесь не давала закономерных колебаний.

В качестве нормы характерны такие цифры:

ОПЫТ № 2. 8/V 1930 г.

1 час спонтанной секреции дал 6,2 см³. 11 ч. 15%. Еда масла. Затем:

2,7	4,9	2,6	
5,7	4,2	1,9	}
4,8	4,0	2,1	
4,8	3,1	2,1	
18,0	16,2	8,7	

Общее количество сока за 3 часа 42,9 см³.

ОПЫТ № 4. 16/V 1930 г.

Спонтанно по часам: 0,9 см³ 4,0 см³.

12 ч. 39%. Еда масла. Затем раздражение (1 аккумуля. в первичной цепи).

2,2	1,6	0,3	
3,6	0,6	2,0	}
2,7	0,2	3,9	
1,0	0,1	1,1	
9,5	2,5	7,3	

Общее количество сока 19,3 см³ (45% нормы).

Здесь, как и в последующих опытах с раздражением, в первые 3—5 минут после раздражения отделение сока прекращается совершенно. Затем начинается, но, как показывает приведенный опыт, в значительно меньшем количестве. Наибольшее торможение падает на второй час, последние же 3/4 третьего часа уже нормальны.

Следующий же опыт при той же силе тока дал меньший тормозящий эффект.

ОПЫТ № 5. 20/V 1930 г.

Спонтанно: 1,15 см³, 4,7 см³.

11 ч. 23%. Еда масла. Раздражение:

1,0	4,2	3,5	
2,7	2,9	4,4	}
7,1	4,1	3,9	
4,6	6,0	4,2	
15,4	17,2	16,0	

Общее количество сока 48,6 см³ (113,3%).

Угнетение секреции только первые полчаса, затем к концу второго и особенно на третьем часе гиперсекреция.

Вводим второй аккумулятор, рассчитывая при большей силе тока получить большее торможение.

ОПЫТ № 7 30/V 1930 г.

Спонтанно 7,0 см³, 7,1 см³.

10 ч. 39'. Еда масла; раздражение (2 экум.).

1,8		5,6		2,6	
2,5	} 12,8	14,8	} 32,0	4,7	} 31,4
3,7		8,1		13,6	
4,8		3,5		10,5	

Общее количество сока 76,2 см³ (177,6 %).

Опять некоторое уменьшение только в первые полчаса, а затем волнообразная гиперсекреция второго и третьего часов.

Большое сходство с реакцией на болевые раздражения желудочных желез (см. предыдущее сообщение).

Оставляя разбор механизма всех этих явлений, перехожу ко второй серии опытов на этой же собаке.

Изменение постановки опытов состоит в замене масла вливанием через зонд 0,25% HCl; в остальном перемен нет. Эта серия включает 7 опытов с тремя „болевыми“.

Секретия поджелудочной железы на кислоту кончается, как известно, к концу второго часа. В наших опытах это происходило скорее и к началу второго часа практически можно было считать секретцию от кислоты законченной, поскольку цифры этого часа не превышали цифр спонтанного отделения.

Контрольные опыты дают такие цифры:

ОПЫТ № 14. 7/ VII 1930 г.

Спонтанно 7,4 см³. 9ч. 10'. Вливание кислоты; заметное усиление секретии через 3 минуты. В дальнейшем

22,8		0,5	
21,0	} 56,3	0,5	} 4,6
8,5		1,4	
4,0		2,2	

Характерна для сока первого часа низкая переваривающая сила, что вообще типично для „кислотного“ сока в противоположность „нервному“.

В один из следующих опытов дается раздражение при двух аккумуляторах в первичной цепи. На сороковой секунде собака срывает намордник, и раздражение прекращается.

ОПЫТ № 16. 17/VII-1930 г.

Спонтанно 8,9 см³. 8 ч. 29'. Вливание кислоты; раздражение, первые три минуты полное прекращение секретии. Затем:

18,0		1,4	
25,5	} 59,7	0,6	} 2,4
12,2		0,3	
4,0		0,1	

Торможения кислотного отделения практически нет. Отсутствие секретии за первые три минуты, очевидно, объясняется влиянием раздражения на спонтанную секретию, т. к. к этому времени кислота еще не развивает своего действия, что мы видели из предыдущего опыта.

В следующие два опыта раздражение продолжалось целую минуту. Даем протоколы обоих опытов.

ОПЫТ № 18. 27/VII 1930 г.

Спонтанно 8,3 см.³ 9 ч. 20'. Вливание кислоты, раздражение. Остановка секрети на 3 м. 30 с. Затем:

4,5	}	44,5	0,9	}	3,6
10,0			1,8		
20,5			0,6		
9,5			0,3		

ОПЫТ № 20. 6/VIII-1930 г.

Спонтано 4,6 см.³ 9 ч. 12'. Вливание кислоты, раздражение. Остановка секрети на 3 м. 10 с. Затем:

2,5	}	47,5	5,0	}	7,0
15,0			1,0		
19,0			0,5		
11,0			0,5		



Здесь уже отчетливо выступает торможение кислотной секрети, которое концентрируется к первой четверти часа, в то время как вторая половина первого часа и начало второго дают гиперсекрецию.

Таким образом и здесь заметна тенденция к сглаживанию торможения, но такого сильного торможения, как на масло (опыт № 4), в опытах с кислотой мы никогда не видели.

Нами уже установлен по отношению к желудочным железам факт действия болевого раздражения главным образом на секрецию, зависящую от нервных влияний, при мало затронутой гуморальной секрети (Сербеников¹⁰)

Опыты на поджелудочной железе также согласуются с таким заключением. Действительно, как мы видели сок, сецернируемый нервным путем (на масло), тормозится весьма значительно (больше чем вдвое) в то время как гуморальный сок (на кислоту) тормозится значительно меньше, а в первом опыте и совсем не дал торможения. Очевидно, в обоих случаях имеет место, главным образом, внутрицентральное торможение секреторного эффекта.

Необходимо иметь в виду еще одно обстоятельство. Дело в том, что все отделы пищеварительного аппарата в своей деятельности тесно связаны между собой, и нельзя рассматривать деятельность какой-нибудь железы изолированно, не учитывая влияния на нее других отделов желудочно-кишечного тракта. Раз и жир, и кислота развивают свое действие на поджелудочную железу со слизистой 12-перстной кишки, раз мы вводим их в желудок, то большое значение имеет скорость перехода их из желудка в кишечник. Чем скорее будет происходить этот переход, тем скорее и энергичнее начнется отделение сока и обратно. А болевые раздражения тормозят двигательную деятельность желудка и тем самым замедляют его опорожнение — Россбах (Rossbach¹¹); Буртон¹²; Мюллер¹²; Вертхеймер (Wertheimer¹³); Кэннон (Cannon^{14, 15}); Ломмель (Lömmel¹⁶); Ауер (Auer¹⁷); Борхард (Borhardt¹⁶). Уже одно это вызовет некоторое угнетение секрети pancreas, и не всегда можно определить, за счет какого механизма происходит торможение. Решающие результаты могли бы дать опыты при наличии у собаки еще дуоденальной фистулы.

Необходимо исключить влияние мышечной работы, сопутствующей раздражениям.

По этому поводу мы нашли только одно указание в литературе. Именно, Пчелина¹⁹ исследовала влияние на секрецию pancreas легкой и тяжелой работы, производимой перед кормлением (масло, мо-

локо, мясо, либих. экстракт, хлеб). При легкой работе и даче масла количество сока увеличивается за последующие часы, при тяжелой работе и масле наблюдается уменьшение общего количества сока. По мере привыкания к работе изменения сглаживаются.

Больше указания на этот счет мы не нашли, да и цитированное исследование отличается от нашего тем существенным условием, что мышечная работа давалась перед кормлением. Кроме того здесь, как и в опытах на желудочных железах, мы отмечаем расхождение интенсивности мышечной работы с глубиной торможения.

Наконец, нельзя исключить совершенно и действие на рарсгас со стороны измененной под влиянием болевых раздражений крови. По крайней мере по отношению к секреции, вызванной кислотой, имеются на этот счет некоторые указания у других авторов. Северин и Дервиз²⁰ показали, что болевое раздражение понижает рН крови, а Аршавский²¹ в острых опытах видел резко тормозящее действие понижения рН крови на сокогонное влияние соляной кислоты.

Выводы

1. Болевое раздражение, примененное непосредственно после дачи масла, тормозит секрецию поджелудочной железы в первых опытах с раздражением.

2. Дальнейшие опыты дают торможение только в первые полчаса с гиперсекрецией 2-го и 3-го часов.

3. Болевое раздражение при даче соляной кислоты действует на секрецию поджелудочной железы значительно менее тормозяще, а иногда и не тормозит совсем.

Приношу свою глубокую и искреннюю благодарность многоуважаемому проф. Л. А. Орбели за предоставление тем для работы и неизменный интерес к ним.

Ассист. М. П. Бресткину, под чьим непосредственным руководством и при участии которого проведены настоящие работы — сердечная благодарность.

Сотрудникам лаборатории и персоналу — искренняя признательность за хорошее отношение.

Поступило в редакцию

5 сентября 1931 г.

Литература.

1. St. Bernard, Mem. s. l. pancr. 1856, Paris.
2. Bernstein, Ber. ü. d. Verh. d. kön. sachs. Ges. d. Wiss. Leipzig. 1869. S. 96.
3. Afanassiew u. Pawlow. Pflüg. Arch. 1878, 16, S. 173.
4. Pawlow. Ibid. 17. S. 555.
5. Павлов, Еженед. клинич. газ. 1888, №№ 32—34.
6. Кудревецкий. Дисс. 1890, СПб.
7. Цит. по Кэннону, Физиология эмоций 1927, стр. 22.
8. Цит. по Бабкину. Вн. секр. пищев. желез 1927, стр. 398.
9. Дионесов, Рус. Физиол. Журн. 1928, 8, вып. 3—4, стр. 53.
10. Серебrenиков, этот журнал.
11. Rossbach. Deut. Arch. f. klin. Med. 1883, 46, S. 323.
12. Цит. по Cannon'у, Am. Journ. of. med. Scienc. 1903., 137., p. 480.
13. Wertheimer, Arch. d. Physiol. norm. et Pathol. 1892. p. 379.
14. Cannon. Am. Journ. of. Physiol. 1898., 1, p. 359.
15. Cannon. Am. Journ. of. med. Sc. 1909, 137, p. 480.
16. Bömmel, Münch. med. Wochenschr. 1903, S. 1633.
17. Auer. Am. Journ. of Physiol. 1907, 18, p. 347.
18. Borchartd. Pflüg. Arch. 1927., 215. S. 402.
19. Пчелина, Моск. мед. жур. 1926, № 11.
20. Северини Дервиз. Жур. Эксп. мед. 1928, 1, стр. 47.
21. Аршавский, Ibid. 1929, вып. 1—2.
22. Кэннон — Физиология эмоций. 1927.
23. Павлов, Лекции о раб. гл. пищев. желез. 1924.
24. Бабкин. Вн. секр. пищев. желез. 1927.

DIE VERDAUUNG BEI SCHMERZREIZUNGEN

II. Mitteilung. Die Arbeit des Pancreas bei Schmerzreizungen

Von S. S. Sserebrenikov

Aus dem Physiologischen Institut der Militär-Medizinischen Akademie (Vorstand — Prof. L. A. Orbeli)

Zusammenfassung

Die Beobachtungen wurden an einem Hunde mit nach Pawlow ausgeleitetem Hauptausführungsgang des Pancreas angestellt. Die Schmerzreizung in der Form eines Induktionsstromes bei zusammengeschobenen Spulen mit 1—2 Zweivoltakkumulatoren in der primären Kette wurde im Laufe von 1 Minute an der Haut der hinteren Extremitäten ausgeführt. Es wurden 2 Versuchsserien angestellt.

1. Serie. — Die Schmerzreizung sofort nach der Verfütterung von 80 cem Sonnenöl hemmt die Pancreassekretion in den ersten Reizungsversuchen. Die weiteren Versuche ergeben eine Hemmung nur im Laufe der ersten halben Stunde, mit einer Hypersekretion im Laufe der 2 und 3 Stunde.

2. Serie. — Die Schmerzreizung sofort nach der Einführung von 0,25% Salzsäure wirkt auf die Sekretion viel weniger hemmend, wobei zuweilen auch gar keine hemmende Wirkung eintritt.

Die Sekretionshemmung hängt, augenscheinlich, von nervösen Einflüssen ab, es ist aber auch die Möglichkeit der Hemmung infolge der Aufhaltung, unter der Wirkung der Schmerzreizungen, des Übergangs des Mageninhalts in den Zwölffingerdarm nicht ausgeschlossen.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СИМПАТЭКТОМИИ НА ДЕЦЕРЕБРАЦИОННЫЙ ПЛАСТИЧЕСКИЙ ТОНУС

И. С. Сумбаев

Из физиологической лаборатории 1-го Ленинградского мединститута
(зав.—проф. Л. А. Орбели).

С тех пор, как Шерингтон (Sherington) выдвинул представление о так называемом пластическом мышечном тонусе, ряд авторов пытался доказать зависимость последнего от вегетативной, в частности симпатической нервной системы. По мнению Лангелана (Lange-laan) п. sympathicus, влияя на водный обмен в мышце, изменяет ее эластические свойства, что и обуславливает наличие пластического тонуса. Гёнтгер (Hunter), развивая взгляды Де-Бура (De-Boer), пришел в отличие от него и в согласии с Кульчицким к выводу, что в каждой мышце имеются две группы функционально различных мышечных волокон, из которых одни определяют „контрактильный“ тонус, а другие обеспечивают сохранение мышц любого приданного ей положения, т. е. пластический тонус. В своих опытах совместно с Ройлом (Rayle), в которых производилась перерезка гг. sympathicus к той или иной конечности, Гёнтгер наблюдал у коз утрату пластического тонуса, а у пациентов уменьшение спастических явлений. Однако, в описании опытов Гёнтгера не всегда ясно, действительно ли он имел дело именно с пластическим тонусом, а не с контрактильным. Орбели и Кунстман, имевшие возможность наблюдать около двух лет собак с односторонней абдоминальной симпатэктомией, с несомненностью убедились в том, что и пластический и контрактильный тонусы в подобных случаях сохраняются, хотя и обнаруживаются определенные количественные отклонения от тонуса контрольной стороны.

Настоящие опыты являются поверкой и дальнейшей разработкой только-что упомянутых исследований. Мы заблаговременно производили либо одностороннюю абдоминальную симпатэктомию, либо двухстороннее удаление брюшных симпатических цепочек (с отходящими нервными стволами), либо экстирпацию g. stellati, нижнего и верхнего шейного ганглия. Далее в день опыта мы производили децеребрацию на таком уровне, который обеспечивал максимальное развитие пластического тонуса.

Методика

Опыты делались на кошках, у которых предварительно удалялись те или другие отделы симпатической нервной системы в асептических условиях. При операциях и опытах пользовались эфирным наркозом. Децеребрация осуществлялась в обстановке острых опытов таким образом, что после двусторонней перевязки art. carotis производилось возможно скорее вскрытие черепа и удалялись с обеих сторон pallium et

corpus striatum. Для уменьшения кровотечения в образующихся полостях оставлялась вата (кроме опыта № 2, который протекал в асептических условиях). Грелками не пользовались, и децеребрированные кошки все время находились в комнатной температуре (16—20° R), причем иногда лежали на солнце. Все операции произведены профессором Л. А. Орбели.

Опыт № 1. Симпатэктомия левой брюшной цепочки. Послеоперационное течение: остояние кошки удовлетворительное, заживление раны с незначительным поверхностным нагноением по линии шва.

21/VI—31 г. Децеребрация начата в 1 ч. 45 мин., окончена в 2 ч. 15 мин. Тотчас после операции у кошки выступили явления выраженного пластического тонуса: она хорошо сохраняла придаваемые ей разнообразные, порой очень неудобные, позы. Разница в степени напряжения мышц в конечностях обнаруживалась лишь в зависимости от различного положения кошки. Например, при положении на правом боку повышался мышечный тонус на соответствующей стороне и наоборот. При лежании на спине определенного различия в мышечном тонусе с той и другой стороны установить не удавалось. Минут через 10 после децеребрации у кошки стали наблюдаться самопроизвольные движения, сначала в передних конечностях, а затем во всех частях тела. Вскоре кошка поднялась и сделала несколько шагов вперед, двигаясь по кругу против часовой стрелки. При ходьбе волочит задние конечности, передние лапы иногда сгибаются в голеностопных суставах. В 6 час. вечера стала ходить лучше, иногда правильно пользуясь конечностями. С препятствиями на пути не считается; несколько раз забивалась в угол, задрал голову вверх. Время от времени облизывается. Обнаруживает, хотя и не закономерно, реакцию на те или иные раздражения воспринимающих аппаратов. Так, например, повертывает иногда голову при хлопании в ладоши или на шум от ударов палкой по полу. На уколы иглой реагирует слабо, но все же при повторных раздражениях поднимается и начинает ходить. Если на уши садятся мухи, то иногда их стряхивает как нормальная кошка. При попытке бросить ее вниз не принимает позы „готовности к прыжку“. Со стороны зрачков отмечается mydriasis; реакция зрачков на свет отсутствует.

22/VI. 10 ч. 15 мин. утра. Жива, но резко ослабела и плохо реагирует на раздражения. Сохраняет придаваемые ей позы, мышечный тонус с обеих сторон равномерен. При цекотании слизистой оболочки носа чихает. Большую часть времени лежит неподвижно.

23/VI. Утром найдена мертвой.

Опыт № 2. 19/VI—31 г. Левосторонняя шейная симпатэктомия: удалены верхний и нижний шейные ганглии и gangl. stellatum. Кровотечение почти отсутствовало, наркоз переносился легко. Заживление раны per primam.

27/VI. Децеребрация. Начало операции—12 ч., конец в 1 ч. дня. В силу сложившихся обстоятельств кошка до операции около получаса наркотизировалась эфиром. При децеребрации довольно обильное кровотечение, для остановки которого в мозговую полость положены кусочки мышечной ткани.

Тотчас после операции тонус в задних конечностях повышен, равномерен с обеих сторон; имеются элементы „пластичности“, но в слабой степени. Несколько минут спустя тонус усилился и стал близким к ригидному: конечность при сгибании с силой возвращалась в первоначальное положение. Разница в мышечном тонусе в конечностях обнаруживается только при положении на правом или левом боку, причем тонус выше на той стороне, на которой кошка лежит. Язык держит высунутым, только иногда ненадолго его убирает. Правый глаз закатился вверх; с обеих сторон резко выступают третье веко. Резкая анизокория: $s > d$, реакция на свет даже при прямом попадании в глаз солнечных лучей отсутствует. В 2 часа дня кошка пытается ходить и даже бегать по полу, описывая круги в направлении хода часовой стрелки, однако асто падает. Движения конечностей носят беспорядочный характер и производят печатание как бы судорожных мышечных сокращений. При ходьбе сгибает передние конечности в локтевых суставах. При движении из черепной полости через шов и зорта выступает кровь в довольно значительном количестве. Около семи часов вечера кошка ослабела, тонус уменьшился, однако остался равномерным. Почти не реагирует на раздражения. Подолог лежит неподвижно.

28/VI—31 г. Жива, однако резко ослабела. При стороннем сгибании конечностей обнаруживает легкую двигательную реакцию. Остальное время лежит в приданной ей позе, хотя бы и очень неудобной. Кровотечение из черепной полости и рта продолжается.

2/VI. Утром найдена мертвой. При вскрытии кровоизлияния в мозжечке и продолговатом мозгу не обнаружено.

Опыт № 3. 24/VI—31 г. Двусторонняя абдоминальная симпатэктомия. Начало операции в 11 ч. 10 мин. утра, конец 11 ч. 50 мин. Операция протекала без осложнений. Послеоперационное течение: состояние кошки вполне удовлетворительное, заживление раны с поверхностным кожным нагноением.

28/VI. Децеребрация. Начало операции 12 ч. 10 мин; конец—12 ч. 30 мин. Техника зрения. Кровотечение незначительное; в черепной полости оставлена марля.

Тотчас по окончании операции—сохраняет позы, которые придают; явления пластичности отчетливо выражены в обеих задних конечностях; мышечный тонус равномерен с обеих сторон. Зрачки расширены *ad maximum*, на свет не реагирует. В 2 часа дня кошка начала ходить, причем сгибает передние конечности в локтевых суставах или волочит лапы по полу. Двигается кругом по ходу часовой стрелки. Попав в угол, пыталась влезть на стенку, но тотчас упала. Иногда реагирует поворачиванием головы в сторону при хлопании в ладоши.

29/VI. Жива, бодра; очень хорошо сохраняет придаваемые позы. Тонус в правой и левой половине тела равномерен. При попытке ходить—падает.

30/VI. Несколько ослабела, но явления пластического тонуса выражены еще вполне отчетливо во всех конечностях.

1/VII. Утром лежит без движения, вечером—*exitus letalis*.

Анализируя полученные нами данные, прежде всего следует отметить, что наступление децеребрационного пластического мышечного тонуса, несмотря на иссечение различных отделов симпатической нервной системы, противоречит взгляду де-Бура и Гёнтера, ставящих, как мы видели выше, пластический тонус в прямую и исключительную зависимость от симпатической нервной системы. По гипотезе указанных авторов, симпатэктомия должна была бы вызвать полное исчезновение пластического тонуса в соответствующих мышцах, тогда как в наших опытах, наоборот, развились явления выраженного пластического тонуса, как в контрольных, так и в симпатэктомизированных конечностях. Однако это вовсе не значит, что симпатическая нервная система не имеет никакого влияния на пластический тонус поперечнополосатых мышц. Многочисленные работы школы Орбели не позволяют сомневаться в зависимости тонуса поперечнополосатых мышц и пластического тонуса в частности от симпатической системы, однако эти отношения представляются в совершенно ином виде, чем с точки зрения де-Бура и Гёнтера.

Согласно теории, развиваемой Орбели, симпатическая нервная система имеет как бы адаптационное значение для поперечнополосатой мускулатуры, оказывая регулирующее влияние на все функциональные свойства мышц, заключенных в ней рецепторов и всей рефлекторной дуги, что обеспечивает, в частности, поддержание более или менее длительного и выраженного мышечного тонуса при одинаковых центральных импульсах. Сам тонус же является результатом очень сложных взаимоотношений всех частей рефлекторной дуги. Исходя из этих взглядов, выпадение регулирующего влияния симпатической нервной системы не должно повести к полному исчезновению пластического тонуса, а может лишь вызвать при некоторых условиях нарушение равенства тонуса контрольных и симпатикотомизированных конечностей.

Изложенные опыты, так же как опыты де-Бура и Гёнтера, были проведены при наличии надпочечников. Необходимо повторение их после предварительной экстирпации надпочечников или денервации их.

Поступило в редакцию
1 апреля 1932 года.

ЛИТЕРАТУРА

Л. А. Орбели. Физиология вегетативной нервной системы. Больш. мед. энциклопедия 1928 г. Он же. Изв. Научн. ин-та им. Лесгафта т. VI, 1923 г. A. Samojloff. Pflüg. Arch. 1930. 225, B. 5—6. H. Lewy F. vom Wesen des Tonus und der Bewegungshandlung. Spez. Patholog. und Therap. inner. Krankh. 1924. Müller L. k. die Lebensnerven, 1924.

BEITRÄGE ZUR FRAGE ÜBER DIE WIRKUNG DER SYMPATHEKTOMIE
AUF DEN PLASTISCHEN DEZEREBRATIONSTONUSVon *I. S. Sumbajew*I. Aus dem Physiologischen Laboratorium des. I Leningrader Medizinischen Instituts
(Vorstand—Prof. D. A. Orbeli)

Zusammenfassung

Zur Aufklärung der Wirkung des vegetativen Nervensystems auf den plastischen Muskeltonus wurden folgende Versuche angestellt:

Nach der vorherigen Excision bei Katzen verschiedener Teile der sympathischen Systems (ein- und beiderseitige Exstirpation der „Bauchganglien mit den abgehenden Nervenstämmen, beiderseitige Excision der Halsganglien und der Gangl. stellati) wurde, im Mittel nach 5 bis 6 Tagen, die Dezerebration mit Entfernung der Pallii und des Corpus striatum ausgeführt. Die Versuche zeigten, dass unter derartigen Bedingungen sich ein ausgesprochener plastischer Tonus in allen Muskeln entwickelt, was mit der Hypothese von Langelaan, de-Boer und Hunter im Widerspruch steht, vom Standpunkt der Theorie von Orbeli aber leicht erklärt werden kann.

О КОЛЕБАНИЯХ ХРОНАКСИИ МЫШЦ ПРИ РАБОТЕ

Л. В. Латманизова, Ю. М. Уфлянд и Н. М. Шамарина

Из физиологической лаборатории Ленингр. института по изучению профзаболеваний (дир. — д-р И. Г. Липкович; зав. физиологической лабораторией — доц. Ю. М. Уфлянд)

В предыдущей работе на эту тему (Ю. М. Уфлянд и Л. В. Латманизова, (1) было установлено, что после кратковременной работы хронаксия мышц в большинстве случаев увеличивается. Для того, чтобы изучить все многообразие этого сложного процесса, надо было проследить, какие факторы являются определяющими удлинение хронаксии мышц работающего человека. С этой целью были проведены серии различных исследований — в одних из них варьировал тот груз, который должны преодолеть сокращающиеся мышцы, в других — длительность работы, в третьих — сокращения мышц вызывались искусственно путем раздражения электрическим током; четвертая серия состоит из наблюдений хронаксии во время статической работы и, наконец, пятая серия посвящена исследованию хронаксии мышц-антагонистов.

Испытуемыми являлись рабочие различных производств, которые подвергались однократному исследованию. В отдельных сериях исследования велись на постоянных испытуемых, многократно на одних и тех же лицах; в этих случаях число испытуемых ограничивалось 1—3 лицами.

Методика исследования была обычная; она подробно описана в работе Ю. М. Уфлянда (2).

1. Значение величины груза

Эта серия, состоящая из 100 опытов, проведена на двух испытуемых в течение нескольких месяцев. Испытуемым предлагалось сгибать и разгибать руку в локте (ритм 60 сгибаний в минуту), держа в кисти гирию в 2 кг или в 5 кг. Испытуемые работали сидя, держа руку свободно без какой-либо опоры; работа продолжалась 5 минут. До нее, тотчас по окончании работы и каждые последующие 5 мин. определялась хронаксия бицепса работающей руки. Одновременно определялась хронаксия бицепса и другой, неработавшей руки; последние данные являлись в известной мере контрольными, указывающими, насколько изменения в хронаксии сокращающейся мышцы зависят от работы.

Полученные данные подтвердили прежние, показавшие, что наиболее частой реакцией мышцы на работу является увеличение хронаксии. Значение груза, а следовательно и силы сокращения мышцы имеет существенное значение. Как показывает таблица 1, изменения хронаксии при подъеме груза в 5 кг выражены значительно резче, чем при работе с 2 кг у тех же лиц.

Хронаксия бицепса, колеблющаяся обычно между 0,08 и 0,16 сигмы, возрастает после двухминутного подъема гири в 2 кг на $\frac{1}{4}$ своей величины, а при подъеме груза в 5 кг на $\frac{3}{4}$. Следует отметить, что максимум подъема наступает не сразу по окончании работы, а через некоторый промежуток времени. Увеличение хронаксии при меньшем

ТАБЛИЦА 1

Влияние динамической работы на хронаксию бицепса
(Среднее из 25 опытов; данные приведены в относительных цифрах; величины до работы приняты за 100)

	Груз 2 кг				Груз 5 кг			
	Работавшая рука		Контрольная рука		Работавшая рука		Контрольная рука	
	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия
До работы	100	100	100	100	100	100	100	100
Тотчас после работы	116	118	102	103	127	156	90	111
Через 5 мин. по окончании работы	116	124	108	103	117	179	90	113
Через 15 минут	114	114	105	101	116	168	90	108
Через 25 минут	115	108	105	101	116	154	90	105
Через 35 минут	112	106	103	99	111	145	90	105

грузе отмечено в 64% случаев, а при большем грузе в 86%. В отдельных случаях хронаксия может остаться и без изменений. Увеличенная хронаксия постепенно возвращается к начальному уровню.

Реобаза также увеличивается и тем больше, чем сильнее сокращается мышца. Однако изменения реобазы не носят столь закономерного характера, как колебания хронаксии.

Величина груза является весьма существенным фактором, определяющим степень удлинения хронаксии после работы. Это наблюдается не только при динамической работе. То же самое должно быть отмечено и при статической работе, которую производили те же лица, удерживая гирию в 2 или 5 кг в кисти руки, согнутой в локте под углом в 90°, причем рука свободно висит в воздухе, не имея никакой опоры. В таблице 2 приведены средние данные, полученные в этой серии опытов.

ТАБЛИЦА 2

Влияние статической работы на хронаксию бицепса
(Данные приведены в относительных цифрах, причем величины, полученные до работы, приняты за 100)

	Груз в 2 кг				Груз в 5 кг			
	Работавшая рука		Контрольная рука		Работавшая рука		Контрольная рука	
	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия
До работы	100	100	100	100	100	100	100	100
Тотчас после работы	105	110	100	102	108	138	100	106
Через 5 мин. по окончании работы	106	109	97	101,5	105	140	98	103,5
Через 15 мин.	102	106	106	102	103	139	100	102
Через 25 мин.	96	104	104	101	102	133	95	100,5
Через 35 мин.	96	98,5	100	102,5	104	133	97,5	100,5

После того как испытуемые удерживали гирию в 2 кг в течение 2 минут, оба испытуемых дали только намек на увеличение хронаксии (до 10⁰/₀); при держании же на весу груза в 5 кг хронаксия увеличилась на 40⁰/₀. Реобазы бицепса закономерных изменений не дает. В предыдущей работе (1), где исследовалась такая же статическая работа при удержании 2 кг в течение 10 мин. (при опоре, правда, локтя на стол), было отмечено и увеличение реобазы. Увеличение хронаксии при статической работе отмечено Бургиньоном и Ложье (Bourguignon и Laugier, 3); на увеличение реобазы указывают Альтенбургер и Гуттманн (Altenburger и Guttman, 4).

По нашим наблюдениям при небольшом грузе увеличение хронаксии бицепса далеко непостоянное явление — оно наблюдалось в половине произведенных опытов; в другой половине хронаксия оставалась без изменений. При увеличении же груза в 2½ раза до 5 кг удлинение хронаксии после двухминутного держания груза наблюдалось почти во всех случаях.

Из приводимых данных следует, что величина напряжения мышцы имеет определяющее значение для сдвига хронаксии. Однако, продолжающиеся в настоящее время опыты показывают, что явления протекают сложнее. При увеличении груза до величины, при которой испытуемый принужден сравнительно быстро, через 1—1½ мин., отказаться от работы, изменения хронаксии бывают порой выражены менее резко, чем при работе с меньшей нагрузкой, когда чувство утомления возникает значительно позже. Исследования эти продолжаются, и по окончании их можно будет сделать вывод об изменении хронаксии при подъеме предельных грузов.

2. Значение длительности работы

Для выяснения значения фактора длительности было предложено 3 испытуемым производить подъем гири в 2 кг, сгибая и разгибая руку в локте, как и в предыдущей серии опытов, в течение 2, 7 и 12 минут. Всего было проведено 90 опытов. Результаты, полученные у каждого испытуемого, имеют свои особенности. Несмотря на это, заметна общая закономерность — с удлинением времени работы увеличение хронаксии выражено несколько резче; однако зависимость изменения хронаксии бицепса от времени работы выражена значительно слабее, чем от величины поднимаемого груза. В таблице 3 приведены средние величины, полученные у одного из испытуемых.

При увеличении длительности работы максимальная величина хронаксии, наблюдаемая после работы, тем выше, чем дольше длится работа. Однако, различие в увеличении хронаксии после 7- и 12-минутной работы весьма незначительно.

Следует отметить, что максимум увеличения хронаксии наступает в большинстве случаев не сразу после работы, а через определенный промежуток времени, затягивающийся иногда до 15—20 минут. Крутизна этого подъема не связана с длительностью работы.

Реобазы бицепса также увеличивается после работы и тем больше, чем длительнее работа.

При статической работе увеличение времени работы, связанной с небольшой нагрузкой (груз 2 кг), не оказывает заметного влияния на изменения хронаксии. Последняя увеличивается, в среднем, на 15—18⁰/₀, причем определенной закономерности между длительностью статической работы и величиной изменения хронаксии не наблюдается. У одного из испытуемых увеличение хронаксии после 12-мин. работы выражено даже слабее, чем после 2- и 7-мин. работы.

ТАБЛИЦА 3

Значение длительности динамической работы для изменения хронаксии

(Данные приведены в относительных цифрах, причем величины, найденные до работы, приняты за 100)

	Длительность работы					
	2 минуты		7 минут		12 минут	
	Реобазы	Хронаксия	Реобазы	Хронаксия	Реобазы	Хронаксия
До работы	100	100	100	100	100	100
Тотчас после работы	102,5	105	111	103	142	121
Через 5 мин. по окончании работы	116	121	122	113	125	121
Через 10 мин.	109	123	121	141	125	140
Через 15 мин.	100	128	120	139	117	144
Через 20 мин.	105	115	116	138	108	126
Через 25 мин.	108	107	108	117	108	124

Итак увеличение хронаксии после динамической работы зависит от длительности сокращения мышцы, в пределах от 2 до 12 минут, значительно меньше, чем от величины нагрузки. При статической работе отчетливой зависимости совсем не отмечено.

Однако, следует отметить, что влияния более длительной работы мы еще не исследовали. Между тем наибольший интерес представляет, конечно, динамика возбудимости мышц при многочасовой производственной работе. Так, Бейнткер и Шультцик (Beintker, и Schultzik, 5) отмечают сближение хронаксий *mm. bicipitis* и *tricipitis* после специфической работы с пневматическими инструментами. Несомненно, что в условиях производственной работы рациональным чередованием динамической и статической работы можно поддерживать возбудимость нервно-мышечного аппарата на определенном уровне в течение длительного времени.

3. Изменения хронаксии мышц при произвольных и непроизвольных сокращениях

В одной из серий исследований было проведено сравнение состояния возбудимости мышц при обычных произвольных сокращениях и при сокращениях, вызываемых искусственно путем приложения электрического раздражения к двигательной точке мышцы.

Рядом работ установлено, что состояние центральной нервной системы не безразлично для установления определенного уровня возбудимости периферического аппарата, что в экспериментальных условиях доказано Л. и М. Ларик (L. et M. Laricque, 6 и 7), а по отношению к человеку установлено Маринеско и Крейнндлер (Marinesco et Kreindler, 8). Надо думать, что произвольность или непроизвольность вызываемого движения скажется неодинаковым образом на состоянии работающего органа. Для решения поставленного вопроса испытаемому лицу было предложено ритмично (60 раз в мин.) сгибать средний палец правой руки, к которому была прикреплена гиря в 0,5 кг. При данном грузе и ритме сокращения производились

очень легко и не вызывали почти никаких изменений в возбудимости мышцы (*m. flexor digitorum communis profundus*). Как ее реобаза, так и хронаксия, которые исследовались каждые 5 мин. после работы, продолжавшейся 20 мин., колебались в обычных пределах. Поставленные 13 опытов дали совершенно однообразный результат.

На том же испытуемом, в те же дни после проведения упомянутых исследований вызывались сокращения той же мышцы индукционным током (частота перерывов 50 в сек.); ток действовал ритмично, замыкаясь и размыкаясь метрономом, и вызывал каждую минуту 60 сокращений, длившихся по $\frac{1}{2}$ секунде, причем подъем груза в 0,5 кг бывал отнюдь не больше, чем при произвольном сокращении; наоборот, искусственно вызываемые сокращения часто, несмотря на тщательный подбор силы тока, бывали несколько меньше, чем произвольные, если судить, конечно, по высоте подъема гири, прикреплённой к пальцу. Несмотря на это, при сокращениях, вызываемых электрическим током, наступают резкие изменения хронаксии — последняя часто удваивается. Это увеличение хронаксии после ритмического раздражения можно сопоставить с аналогичными результатами, полученными Ложье и Неуссикиной (Néoussikine, 9) после кратковременной непрерывной фарадизации и данными Альтенбургера и Кролля (Kroll, 10), которые получали уменьшение хронаксии после фарадизации в течение 3 мин. и резкое увеличение хронаксии после длительной сильной тетанизации *m. ext. carpi rad.* Результаты проведенных нами исследований даны в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

Изменения реобазы и хронаксии сгибателя пальцев при сокращениях, вызываемых электрическим током

		До начала сокращения	Тотчас после прекращения сокращения	Через 5 м.	Через 10 м.	Через 15 м.	Через 20 м.	Через 25 м.	
Сокращающаяся мышца правой руки	Реобаза в вольтах	Абсол. велич.	25	27	27,4	26,5	26	25,5	26
		Относ. велич.	100	108	109,6	106	104	102	104
	Хронаксия в сигмах	Абсол. велич.	0,17	0,28	0,337	0,337	0,314	0,28	0,275
		Относ. велич.	100	164,5	198,2	198,2	184,5	164,5	160
Покорная мышца левой руки	Реобаза в вольтах	Абсол. велич.	27,4	28	27,4	27	26,5	26,5	27
		Относ. велич.	100	102,5	100	98,5	97	97	98,5
	Хронаксия в сигмах	Абсол. велич.	0,225	0,234	0,224	0,22	0,22	0,225	0,225
		Относ. велич.	100	104	100	98	98	100	100

В табл. 4 приведены средние величины всех исследований; они весьма однотипны; ход каждого отдельного опыта иллюстрируется протоколом одного из исследований (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5

Изменения хронаксии при произвольных сокращениях и при тетанизации

Из протокола опыта от 2. III 1932 г

	Произвольно сокращающийся сгибатель пальцев		Сгибатель пальцев, сокращающийся при электрич. раздраж.	
	Реобазы в вольтах	Хронаксия в сигмах	Реобазы в вольтах	Хронаксия в сигмах
До сокращений . . .	28	0,16	22	0,148
Сокращения производятся ритмично в течение 20 мин.				
Тотчас по окончании сокращений . . .	29	0,148	28	0,168
Через 5 минут . . .	31	0,146	28	0,34
Через 10 " . . .	32	0,16	30	0,34
Через 15 " . . .	29	0,156	30	0,32
Через 20 " . . .	29	0,16	28	0,3
Через 25 " . . .	29	0,16	26	0,3

Реобазы сокращающейся мышцы дает незначительное увеличение. Хронаксия удлиняется уже при первом измерении, тотчас после прекращения ритмических раздражений. Однако, своего максимума она достигает только через 5—10 мин. Эти данные можно сопоставить с результатом, полученным Ложье и Неусикиной (9); они тетанизовали мышцу непрерывно в течение 1—5 мин. и нашли, что хронаксия, неменяющаяся тотчас же после тетанизации, возрастает через 5—12 мин. вдвое у флексора пальцев и еще больше у экстензора. В наших опытах, где отдельные раздражения были кратковременны, но ритмично повторялись в течение длительного времени, хронаксия оказывается увеличенной уже тотчас же по прекращении ритмической тетанизации; максимум же достигается, как и в опытах Ложье и Неусикиной, только на 5—10-й мин. Что касается изменения хронаксии при тех же условиях у других мышц, кроме флексора пальцев, то соответствующие серии опытов к настоящему времени еще не закончены.

Приводимые материалы с несомненностью указывают на то, что сокращения мышцы, вызванные искусственным раздражением (электрическим), влекут за собой значительно более резкие сдвиги в возбудимости мышцы, чем сокращения, вызываемые адекватным путем. Произвольные сокращения, регулируемые высшими отделами центральной нервной системы, поддерживают возбудимость мышцы на одном и том же уровне, при прочих равных условиях, в то время как непосредственное электрическое раздражение мышцы влечет за собой понижение ее возбудимости.

4. Изменения хронаксии мышц во время статической работы

До последнего времени исследователи, изучавшие влияние работы на хронаксию мышц, ограничивались определением хронаксии до и после работы, оставляя в стороне вопрос об изменении хронаксии непосредственно во время работы. Между тем, для того, чтобы иметь ясное представление о динамике возбудимости мышечной ткани

в процессе работы, необходимо знать о колебаниях хронаксии как после работы, так и непосредственно во время самой работы. Производить хронаксиметрические исследования при динамической работе, не прерывая ее, не представляется возможным. Остается возможным произвести исследование во время статической работы.

Влияние изменения положения руки и кратковременного напряжения мышцы на хронаксию остается до сего времени неясным. По данным Фредерика (Fredericq) (11), Фредерика и Флоркина (Florin) (12), Маркова (13) хронаксия мышц при напряжении увеличивается; опыты Маринеско, Загер (Sager) и Крейндлер (14), а также Ложье, Либерсона (Liberzon) и Неусикиной (15) говорят за то, что у различных мышц возбудимость может измениться неодинаково. Исследования же Бургинона (16), Альтенбургера и Гуттманна (4), а также Уфлянда и Латманизовой (1) устанавливают постоянство хронаксии при указанных условиях.

В виду таких разнообразных данных решено было проследить изменения возбудимости при более длительном мышечном напряжении.

С этой целью было предложено ряду лиц удерживать груз в 2 кг в течение 3 мин. при таком положении, чтобы напряжение падало либо на бицепс (30 опытов), либо на сгибатель пальцев (20 исследований), либо на экстензор пальцев (18 наблюдений).

Исследования производились до взятия груза, во время работы в течение 3-й мин., тотчас после окончания ее и через 5 мин. Почти во всех случаях хронаксия во время удерживания груза увеличивалась на ту или иную величину. Реобаза исследуемой мышцы также повышалась, но на меньшую величину и далеко не во всех опытах. Табл. 6 дает представление о ходе изменений возбудимости мышц во время статической работы (приведены средние величины, в относительных цифрах).

ТАБЛИЦА 6

Изменения возбудимости мышц во время статической работы

		Правая рука (работавшая)		Левая рука (контрольная)	
		Реобаза	Хронаксия	Реобаза	Хронаксия
Бицепс	До работы	100	100	100	100
	Во время раб. . . .	111	160	97	103,5
	По оконч. раб. . . .	93	126	88	103
	Через 5 минут . . .	100	115	100	102
Сгибатель пальцев	До работы	100	100	100	100
	Во время раб. . . .	110,5	157,7	108	110,1
	По оконч. раб. . . .	94,3	128,2	100,2	105,2
	Через 5 минут . . .	94,3	124,1	97,2	101,8
Разгибатель пальцев	До работы	100	100	100	100
	Во время раб. . . .	115	137,5	— *	— *
	По оконч. раб. . . .	89	117,8	95,9	104,3
	Через 5 минут . . .	97,7	115,8	94,7	103,4

* Хронаксия не исследовалась.

Удлинившаяся во время работы хронаксия по окончании работы резко падает с тем, чтобы через 10—15 мин. вернуться к исходным величинам. Этот материал получен на 70 лицах, из которых каждый подвергался только однократному исследованию; было замечено, что величина сдвига возбудимости варьирует у разных лиц; различна и кривая восстановления.

Для более детального учета этих изменений у одного испытуемого, специально тренированного на данной работе, был поставлен ряд исследований (20 опытов). Испытуемый удерживал груз в 2 кг в согнутой руке, причем во время держания груза определялась многократно хронаксия бицепса. Эта серия исследований показала, что у тренированного лица нарастание хронаксии происходит значительно медленнее—начало повышения хронаксии намечается только через 3—5 мин., а максимальная величина достигается только к 6-й мин.

Надо отметить, что и возврат к начальной величине у тренированного лица имел свои особенности; по окончании работы хронаксия резко уменьшалась порой до исходной величины и затем в течение нескольких минут вновь увеличивалась, после чего происходило медленное возвращение к исходной величине.

Реобазы также возрастает во время работы, но это увеличение реобазы наблюдается в самом начале мышечного напряжения и затем держится все время на более или менее одинаково высоком уровне.

В случае более сильного напряжения бицепса (удерживание груза в 5 кг) наблюдаются аналогичные явления, только максимум удлинения хронаксии наступает раньше, чем при более слабом мышечном напряжении.

Эти опыты показывают, что величина хронаксии, которую мы наблюдаем по окончании работы, не соответствует ее величине во время работы.

Во время работы происходит удлинение хронаксии, наступающее не сразу, а постепенно; максимум отодвигается к 3—5 мин., а в отдельных случаях и еще дальше. По окончании работы хронаксия уменьшается также постепенно, но в отдельных случаях она может опуститься сразу по прекращении работы до начальной величины, что повидимому в значительной степени связано с тренированностью испытуемого.

5. Колебания хронаксии мышц-антагонистов

С точки зрения учения о хронаксии для правильной координированной работы необходимо определенное соотношение между хронаксиями мышц-антагонистов; обычно хронаксия экстензоров в 2—4 раза больше хронаксии флексоров (Бургиньон, 16). В случае резкого нарушения этого соотношения координированная работа мышц становится невозможной; возникает вопрос, в какой мере меняется хронаксия мышц при работе их антагонистов, когда хронаксия работающей мышцы, как показали предыдущие исследования, является удлиненной.

Для выяснения этого вопроса были поставлены специальные опыты, заключавшиеся в том, что хронаксия измерялась в первый момент по окончании работы не у тех мышц, на которые падало наибольшее напряжение при работе, а у их антагонистов. Испытуемым было предложено производить определенную работу, заключающуюся в подымании сгибанием и разгибанием руки в лучезапястном суставе гири в 2 кг, прикрепленной к пальцам; работа продолжалась в течение 2—3 минут (ритм — 60 поднятий в минуту). Часть исследований происходила в положении пронации (наибольшее напряжение при подъеме гири падало на группу экстензоров), и до работы и тотчас

после нее исследовалась хронаксия сгибателя пальцев (24 опыта). Часть опытов проводилась в положении супинации (наибольшее напряжение падало на флексоры); в этих последних исследованиях главное внимание уделялось измерению хронаксии одного из антагонистов — разгибателя пальцев (18 исследований). После измерения возбудимости мышц-антагонистов производилось определение хронаксии и у тех мышц, на которые падала главная нагрузка.

Исследования показали, что в то время как хронаксия работающих мышц неизменно возрастает по окончании работы, хронаксия мышц-антагонистов также имеет тенденцию к некоторому повышению, что наблюдалось у $\frac{3}{4}$ испытуемых; у остальных хронаксия мышц-антагонистов оставалась без изменения. Табл. 7 дает представление о средних колебаниях величины хронаксии.

ТАБЛИЦА 7

Влияние работы определенной группы мышц на возбудимость мышц-антагонистов

	Мышца антагонист, разгибатель пальцев		Работающая мышца, сгибатель пальцев		Мышца-антагонист, сгибатель пальцев		Работающая мышца, разгибатель пальцев	
	Рео-база	Хронаксия	Рео-база	Хронаксия	Рео-база	Хронаксия	Рео-база	Хронаксия
До работы	100	100	100	100	100	100	100	100
Тотчас по окончании работы	100,4	105	107	154	98	113	95	148
Через 5 минут	95	101,5	108	142	98	104	99	134

Увеличение хронаксии мышц-антагонистов весьма незначительно, но закономерно повторялось у 30 испытуемых из 42.

В связи с этим то изменение в соотношении хронаксий антагонистов, которое должно наступить в результате увеличения хронаксии работающей мышцы, будет выражено в более слабой степени.

При работе флексора отношение хронаксии экстензора к флексору уменьшается. Это наглядно видно из приводимых протоколов отдельных опытов (таблица 8).

ТАБЛИЦА 8

Изменение отношения хронаксии экстензора к флексору после работы

	Работа падает преимущественно на долю экстензоров (из опыта 11/XII 1930 г.)					Работа падает преимущественно на долю флексоров (из опыта 6/VI 1931 г.)				
	Сгибатель пальцев		Разгибатель пальцев		Отношение хронаксий	Сгибатель пальцев		Разгибатель пальцев		Отношение хронаксий
	Рео-база	Хронаксия	Рео-база	Хронаксия		Рео-база	Хронаксия	Рео-база	Хронаксия	
До работы	45	0,2	67	0,48	2,4	26	0,18	45	0,68	3,7
Тотчас после работы	48	0,24	62	0,88	3,7	23	0,28	57	0,8	2,9
Через 5 мин.	43	0,22	63	0,88	4,0	24	0,26	51	0,68	2,6

При работе экстензора отношение хронаксии увеличивается, но вследствие одновременного небольшого удлинения и хронаксии антагонистов это увеличение несколько сглаживается. При работе флексоров отношение хронаксий уменьшается и опять-таки вследствие некоторого одновременного увеличения хронаксии антагонистов, это уменьшение выражено слабее. Иначе говоря, вследствие одновременного сдвига хронаксий антагонистов, величина отношения их хронаксий остается более стабильной. Это обстоятельство весьма существенно, так как при резком нарушении обычного отношения величины хронаксии экстензора к флексору нарушается координированная работа.

6. Выводы

Поставленные опыты показали, что изменение возбудимости (resp. хронаксии) мышц в связи с работой зависит от многих факторов. Нагрузка, длительность работы, характер работы — все эти моменты накладывают свой отпечаток на величину хронаксии. Изменчивостью этих факторов, нам кажется, и можно объяснить различные, порой противоположные результаты, полученные в отдельных исследованиях. Накопившийся экспериментальный материал настоятельно требует перенесения хронаксиметрических исследований в производство для того, чтобы установить те условия, при которых возбудимость нервно-мышечного аппарата может длительно поддерживаться на оптимальном уровне.

Ряд серий опытов, приведенных в настоящей работе, позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Хронаксия мышц (бицепс, сгибатель и разгибатель пальцев) под влиянием работы увеличивается.

2. Чем больше поднимаемый мышцей груз, тем резче увеличивается хронаксия работающей мышцы (бицепс).

3. Длительность работы, в пределах от 2 до 12 мин., для изменения хронаксии имеет значительно меньшее значение, чем нагрузка.

При динамической работе при большей длительности увеличение хронаксии все же выражено несколько резче; при статической работе длительность работы существенного значения не имеет.

4. После работы хронаксия весьма часто достигает максимальной величины не сразу по прекращении мышечных сокращений, а спустя некоторое время.

5. При вызове сокращений мышцы электрическим раздражением понижение возбудимости выражено значительно резче, чем при произвольном сокращении.

6. Удлинение хронаксии наблюдается не только по прекращении работы, но выражено еще резче во время самой работы (статической).

7. После работы определенной группы мышц наблюдается небольшое увеличение хронаксии мышц-антагонистов.

Поступило в редакцию
10 апреля 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. М. Уфлянд и Л. В. Латманисова. Труды Ленинградского института по изуч. профзаболев., т. V, 1931, стр. 33.
2. Ю. М. Уфлянд. Там же, стр. 7.
3. G. Bourguignon et Laugier. Comptes rendus d. l'Acad. d. Sciences, 187, 1928, 846.
4. Altenburger und Guttman. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych., 115, 1928, 1.
5. Beintker und Schultzik. Zentralbl. f. Gewerbehyg. u. Unfallverhütung, 1931, № 1, S. 1.
6. M. Lapique. Comptes rendus d. l. soc. d. bio., 88, 1923, 46.
7. L. e t M. Lapique. Ibidem, 99, 1929, 147.
8. Marinesco et Kreindler. Ibidem, 104,

1930, 184. 9. Laugier et Néoussikine. Comptes rendus d. l'Acad. d. Sciences, 192, 1931, 244. 10. Altenburger und Kroll. Zeitsch. f. d. ges. Neurol. u. Psych., 132, 1931, 484. 11. Frédéricq. Arch. intern. Physiol. 23, 1924, 174. 12. Frédéricq et Florkin. Ibidem. 27, 1927, 21. 13. Марков. Физиотерапия, IV, № 2, 1929. 14. Marinesco, Sager et Kreindler. Comptes rendus d. l. Soc. d. biol. 100, 1929, 622. 15. Laugier, Libersohn et Néoussikine. Comptes rendus d. l'Acad. d. Sciences, 191, 1930. 1079. 16. G. Bourguignon. La chronaxie chez l'homme. Paris. 1923.

DES CHANGEMENTS DE CHRONAXIE MUSCULAIRE PAR LE TRAVAIL

L. W. Latmanisowa, J. M. Oufland et N. M. Schamarina

Du laboratoire physiologique de l'Institut des maladies professionnelles à Leningrad (Directeur — Dr. J. G. Lipkowitsch; chef du laboratoire physiologique — Doc. J. M. Oufland)

Les expériences sur la chronaxie musculaire pendant le travail faits par les auteurs permettent de tirer les conclusions suivantes :

1. On a une augmentation de la chronaxie sous l'influence de travail (biceps, fléchisseur profond commun de doigts, extenseur de doigts commun).

2. On observe une augmentation d'autant plus marquée que le poids soulevé est plus grand.

3. La durée du travail (de 2 à 12 minutes) a beaucoup moins d'influence sur le changement de la chronaxie que le poids. Cependant quand la durée est plus prolongée on a une augmentation un peu plus marquée en cas de travail dynamique; tandis que pour le travail statique la durée ne provoque pas de changement plus ou moins significatif.

4. Après le travail très souvent la chronaxie n'atteint pas sa grandeur maximale tout de suite après la cessation de contractions musculaires, mais seulement quelque temps après.

5. Pour les contractions musculaires, produites par le courant électrique, la diminution de l'excitabilité est beaucoup plus marquée que pour les contractions volontaires.

6. Ce n'est pas seulement après le travail qu'on observe une augmentation de la chronaxie, — mais pendant le travail même cette augmentation est encore plus marquée.

7. Après le travail d'un groupe donné de muscles on observe quelque augmentation de la chronaxie de muscles antagonistes.



СО Д Е Р Ж А Н И Е.

	Стр.
П. А. Некрасов. Можно ли симпатический эффект на поперечно-полосатой мышце объяснить токами действия	277
А. Т. Худорожева. Влияние симпатических нервных волокон на ход утомления скелетных мышц, раздражаемых с перерождающихся двигательных нервов .	287
С. С. Серебrenиков. Пищеварение при болевых раздражениях (сообщ. I. Работа желудочных желез при болевых раздражениях)	301
Р. П. Ольянская. Влияние коры головного мозга на газообмен	314
С. С. Серебrenиков. Пищеварение при болевых раздражениях (сообщ. II. Работа поджелудочной железы при болевых раздражениях)	330
И. С. Сумбаев. К вопросу о влиянии симпатэктомии на децеребрационный пластический тонус	336
Л. В. Латманнзова, Ю. М. Уфлягд Н. М. Шамарина. О колебаниях хронаксии мышц при работе	340

Редактор *Л. Н. Федоров.*

Тех. редактор *И. Нурмон.*

Медгиз 284/л. Ленгортант № 53316. Сдано н набор 13/VII--32 г. Подп. к печ. 31/X-32 г. Ст. ф. 68 × 100. Колич. печ. зн. в бум. л. 116.786. 4³/₄ л. Тираж 1315 экз. Зак. 1183.

ФЗУ им. КИМ'а. Тип. „Коминтерн“. Ленинград. Красная ул., 1.

ВНИМАНИЕ ГОРСР

1. Статьи, присылаемые без предварительного согласования с редакцией, не должны превышать $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ печатного листа, т. е. 10—15 страниц на пишущей машинке с двойным интервалом между строками.

2. Изложение должно быть ясным, простым и сжатым, свободным от лишних слов и фраз.

3. История вопроса излагаться не должна, допускаются только самые краткие исторические указания.

4. Из протоколов, наблюдений, опытов и историй болезни могут приводиться только самые краткие, характерные и важные сведения.

5. Общеизвестные методы описываться не должны.

6. В конце статьи обязательно ставится собственноручная подпись автора и его точный почтовый адрес.

7. Библиография приводится только в конце статьи в алфавитном порядке авторов — сперва всех русских, затем всех иностранных — с обязательным точным указанием заглавия работы, места и года издания. Библиографические указания, не содержащие указанных элементов, не будут печататься.

8. Присылаемые статьи должны быть переписаны, по возможности, на пишущей машинке (присылаться должен только оригинал, т. е. первый машинный оттиск, отнюдь не копия из-под копирки) на одной стороне листа, бумаге, допускающей правку чернилами (не папиросная и не цветная бумага), с двойным интервалом между строками и с полями с левой стороны шириной не менее 3 см.

9. После переписки на машинке статьи должны быть выверены самым тщательным образом и все описки исправлены вполне разборчиво чернилами (не красными).

10. Фамилии авторов в тексте не подчеркивать. Фамилии иностранных авторов

писать только по-русски. В виде исключения в случаях, сомнительных по изношенности, можно при первом упоминании фамилии в данной статье указать после нее оригинальную транскрипцию в скобках.

11. Количество рисунков должно быть минимальным и ограничиваться безусловно необходимым.

12. Представляемые рисунки должны быть выполнены так, чтобы они допускали непосредственное воспроизведение (фотографии должны быть контрастными, рисунки выполнены тушью и т. п.).

13. Каждый рисунок должен быть наклеен на бумагу с оставленным широким полем, на которых пишется: название журнала, фамилия автора, название статьи, номер рисунка. Объяснительные подписи ко всем рисункам даются на особом листке с указанием номеров рисунков и к какой странице рукописи каждый из них относится. Место рисунка в тексте обозначается на полях так:

Рис. 1

14. Медицинские термины писать в переводе на русский язык. Латинские диакритические знаки писать по-русски, прописывая рецепторы. Избегать сложных формул.

15. Измерения должны быть выражены в метрических мерах и обозначены сокращенно согласно правилам, утвержденным Метрической комиссией: килограмм — кг, грамм — г, миллиграмм — мг, литр — л, километр — км, метр — м, квадратный метр — м², сантиметр — см, кубический сантиметр — см³, миллиметр — мм, микрон — μ .

16. Отправку рукописей рекомендуется производить заказной бандеролью с одновременным уведомлением редакции журнала открыткой.

17. Авторам настоятельно рекомендуется оставлять у себя копии статей, посылаемых в редакцию.

Физиологический журнал СССР

(бывш. „Русский физиолог. журнал“)
имени И. М. СЕЧЕНОВА

СОСТАВ РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА

Почетный редактор — академ. Иван Петрович ПАВЛОВ.
Ответств. редакторы: ФЕДОРОВ Л. Н. (Ленинград),
акад. ПАЛЛАДИН А. В. (Киев), проф. ЗБАРСКИЙ Б.
И. (Москва). Ответств. секретари: ДИОНЕСОВ С. М.
(Ленинград), ГОЛЬДБЕРГ Л. В. (Москва)

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ:

- 1) История и методология физиологических дисциплин: — Бондаренко П. П., Гринберг Г. Ю., Никитин Н. Н., Прикладовицкий С. И.
- 2) Общая экспериментальная физиология: — проф. Орбели Л. А., проф. Разенков Г. С., проф. Ухтомский А. А., проф. Штерн Л. С.
- 3) Физиология труда: проф. Каплун С. И., проф. Быков К. М., проф. Каган Э. М., проф. Виноградов М. И.
- 4) Физиология питания: проф. Збарский Б. И., акад. Палладин А. В., проф. Харит А. Ю., проф. Шатерников М. Н.
- 5) Патологическая физиология: проф. Коштыани Х. С., проф. Кржишковский проф. Леонтович А. В., проф. Павлов Г. Н.
- 6) Фармакология и токсикология: проф. Лихачев А. А., проф. Сохественский Н. А., проф. Черкес А. И.
- 7) Работа институтов, вузов, кадры, хроника, работа обществ: Бондаренко П. П., Качанов В. М., проф. Кекчеев К. Х.
- 8) Рефераты: Брандгендлер В. С., Крепс Е. М., Лебединский А. В.