

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА



Почетный редактор ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ
Ответств. ред.: Л. Н. ФЕДОРОВ (Ленинград)
академик А. В. ПАЛЛАДИН (Ки'ев)
профессор Б. И. ЗБАРСКИЙ (Москва)
Отв. секретарь: С. М. ДИОНЕСОВ (Ленинград)

ТОМ XV, ВЫПУСК 5

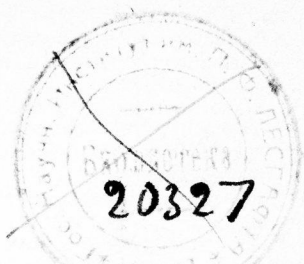


4963
20/11/33

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. М. Зимкина и А. А. Михельсон. Реакция почек на различные водно-солевые нагрузки. Сообщ. I. Реакция почек на различн. водно-солевые нагрузки в условиях относит. покоя	353
А. М. Зимкина и А. А. Михельсон. Реакция почек на различные водно-солевые нагрузки. Сообщ. II. Реакция почек на водно-солевые нагрузки у животного, поставленного в условия мышечн. работы	366
П. А. Некрасов. Значение силы и длительности электрического раздражения пограничного ствола для симпатического эффекта на поперечно-полосатой мышце	380
Д. М. Гедевани. О происхождении перизелектротона	395
Ю. М. Уфлянд и М. Я. Михельсон. К вопросу о локализации утомления в рефлекторной дуге	407
А. А. Рогов. Сосудистые условные рефлексы. Сообщ. II. Сосудистые условные рефлексы на противоположных безусловн. раздражителях	414
А. А. Миттельштедт. К вопросу об обмене веществ в организме под влиянием высокой температуры при качественно-различном питании	424
Г. В. Дервиз и А. В. Лызлова. Исследование количества мочевины в крови в связи с питанием	444
Е. А. Кафиева. Остаточный азот и креатинин при длительных пищевых режимах	444
Ю. М. Уфлянд. Влияние возраста, пола, конституции и профессии на силу различных мышечных групп. Сообщ. I. О влиянии возраста на мышечн. си	445

П-1.



РЕАКЦИЯ ПОЧЕК НА РАЗЛИЧНЫЕ ВОДНО-СОЛЕВЫЕ НАГРУЗКИ

Сообщение I. Реакция почек на различные водно-солевые нагрузки в условиях относительного покоя

А. М. Зимкина и А. А. Михельсон

Из физиологического отделения Научного института имени П. Ф. Лесгафта
(зав. — проф. Л. А. Орбели)

В связи с некоторыми видами труда, при выполнении которого теряется большое количество воды и хлоридов, — представлялось интересным и практически необходимым изучить реакцию почек на различные водно-солевые нагрузки с целью найти оптимальные условия для задержки воды в организме.

Согласно данным Kraus, Ambard и Gautié (1), человек весом в 70 кг содержит в себе около 45,5 кг воды. Как взрослый, так и растущий организмы тщательно охраняют присущее им содержание воды, удерживая его на постоянном уровне, оптимальном для их тканей. Rubner (2) своими классическими опытами показал, что потеря 10% воды у животного является угрожающей для его жизни. К таким же результатам пришел и Notfwang (3), который за опасную для жизни потерю воды принимает 11% общего содержания ее. Изучая условия задержки и выделения воды и различных растворов, Adolph (4) показал, что питье изотонических растворов солей, входящих в состав плазмы, не вызывает сколько-нибудь значительного выделения мочи.

Starkenstein (5) пришел к выводу, что наиболее быстро и полно выделяется из организма дистиллированная вода, несколько хуже выделяется водопроводная, а растворы NaCl выделяются тем менее полно и тем легче задерживаются в организме, чем ближе их концентрация подходит к концентрации крови. Однако изотония оказывается не всегда достаточной причиной для того, чтобы выпитая жидкость была задержана в организме. Именно, если изотонию установить не минеральными солями, а сахаром. Сахарный раствор выделяется так же легко, как и обычная водопроводная вода. Причины этого явления заключаются в том, что вследствие быстрого сгорания сахара осмотическое давление раствора падает, и вода перестает задерживаться [по А. М. Зюкову (6)]. Весьма существенным фактором в деле распределения и связывания воды в организме являются условия питания. Carpenter и Benedict (7) доказали, что богатая углеводами пища способствует связыванию воды.

По мнению большинства современных исследователей главным моментом, обуславливающим размер диуреза, является не гидремия, а та или иная степень гидратации тканей. К подобному выводу пришел и А. М. Зюков (1. с.), пользуясь рефрактометрическим методом повторного определения концентрации крови, показавший, что для наступления водяного диуреза гидремия отнюдь не является обязательным условием, и что сильное мочеотделение может происходить и при значительном сгущении крови. Этот автор предполагает, что в данном случае выпита при опыте вода, по мере всасывания из желудочно-кишечного тракта, быстро и целиком переходила в ткани, увеличивая их гидратацию. Повышенная гидратация тканей давала толчок к возбуждению диуреза, и почки для приготвления мочи стали энергично забирать воду из сосудов, результатом чего и явилось значительное повышение концентрации крови. Когда окончилась усиленная работа почек, вода из тканевых депо стала переходить постепенно в кровь и вернула последней ее исходную концентрацию.

Проф. А. М. Зюков считает, что гидремия бывает тем больше выражена, чем меньше диурез, и наоборот, и что работа почек регулируется не столько количеством воды, содержащейся в данный момент в крови, сколько степенью гидратации тканей.

Underhill и Pack (8) после дач собакам 50 см³ воды на кг веса тоже наблюдали очень большую полиурию без малейшего намека на гидремию. Введение внутривенно больших количеств дистиллированной воды не способствует увеличению количества мочи и не вызывает гидремии. [Thompson (9)]. Нужно думать, что дистиллированная вода очень быстро переходит в ткани. Введение дистиллированной воды под кожу вызывает только некоторое увеличение количества мочи [Ginsberg (10) и Cow (11)]. Cow (l. c.) думал, что при всасывании воды из кишечника вместе с нею всасываются какие-то вещества, обладающие мочегонным действием. Hashimoto (12) опроверг эту точку зрения, доказав, что вода, всасываемая в кишечнике, связывается с солью и уже действует на выделение мочи, как введенный внутривенно солевой раствор. Molitor и Pick (13), работавшие с собаками с экковским свином, большую роль в водном хозяйстве организма приписывают печени. Priestley (14) и его сотрудникам удалось показать, что после дач больших количеств воды коллоидная концентрация плазмы почти не изменялась, содержание же солей в плазме значительно уменьшалось.

После дач солевых растворов концентрация коллоидов плазмы уменьшалась. Priestley (l. c.) считает, что причину, вызывающую выделение воды почкой, надо искать не в разжижении плазмы, а в изменении диффузионного давления воды (отношение количества молекул воды к общему количеству молекул).

Ничтожное изменение этого давления уже, по мнению этого автора, служит сильным секреторным раздражителем.

Мы пытались в данной работе подойти к разрешению вопроса задержки воды в организме с точки зрения работы самой почки, пользуясь как рабочей гипотезой теорией фильтрации А. Cushny (15).

Экспериментальная часть

Наблюдения велись на двух собаках (кличка „Сэди“ и „Изида“) с выведенными по способу проф. Л. А. Орбели мочеточниками.

У каждой из собак была произведена в 1927 г. денервация левой почки. При учете диуреза и абсолютных количеств выведенных хлоридов мы пользовались данными, полученными от деятельности обеих почек, при вычислении же процентного состава мочи — данными только одной правой, т. е. неоперированной почки. В отношении диуреза и выведения хлоридов разница между обеими почками была ничтожная.

Опыты распадались на ряд серий:

I серия — контрольная: собаке не давалось никакой нагрузки. Она лишь стояла в станке в течение определенного времени; регулярно собиралась моча, и брались пробы крови.

II серия: опыты с водной нагрузкой, состоявшей из 300 см³ молока и 500 см³ воды. Опыты ставились на фоне стандартной диеты.

III серия: опыты с возрастающими в процентном отношении при одном и том же количестве воды солевыми нагрузками (NaCl) на фоне стандартной диеты. В этой серии поставлены опыты с влиянием 0,5% солевой нагрузки (4 грамма NaCl на 800 см³ разбавленного молока), 1% нагрузки (8 г NaCl на 800 см³ жидкости), 1,5% (12 г на 800 см³ жидкости), 2% (16 г на 800 см³ жидкости) и 2,5% (20 г на 800 см³ жидкости).

IV серия: опыты были поставлены с целью выяснить, имеет ли значение абсолютное количество введенных хлоридов или же их концентрация. Она состояла из ряда опытов с одним и тем же абсолютным количеством хлористого натрия (8 г), даваемых в различных количествах жидкости: 200 см³, 400 см³, 600 см³ и 800 см³. Везде было взято 8 г NaCl, так как именно эта величина в опытах серии № 3 давала наилучшие результаты в отношении удержания воды. В этой серии мы имеем, таким образом, следующие концентрации NaCl в вводимой жидкости: 1%, 1,33%, 2% и 4%.

V серия: опыты с той же водной нагрузкой на фоне продолжительной гипохлоридной диеты и

VI серия: опыты с солевыми нагрузками на фоне гипохлоридной диеты.

В дальнейшем предполагается поставить те же опыты в условиях тяжелой мышечной работы.

Методика опытов была такова: накануне опытного дня собака получала стандартную диету, состоящую из ржаной каши с 300 г хлеба и 300 см³ молока. К этому прибавлялось 5 г NaCl. Выпиваемая накануне жидкость точно измерялась.

При гипохлоридной диете, продолжавшейся в разных случаях от 8 до 15 дней, собака получала только вареный картофель совсем без добавления поваренной соли.

К концу гипохлоридной диеты количество выводимых с мочой хлоридов падало до очень незначительных цифр, что указывало на значительное обеднение организма хлоридами.

На 15-й день появился в довольно значительном количестве белок. Каждый опыт продолжался 5 ч. — 6½ — 7 ч.; собака все время стояла в лямках в станке с подвешенными к отверстиям мочеточников градуированными цилиндрами. Каждые 15 мин. измерялось количество выделяемой мочи. Две пятнадцатиминутных порции сливались вместе и подвергались химическому исследованию. Каждый час из *v. jugularis* брались пробы крови.

После того, как была установлена „норма“ диуреза данного дня, собаке давалась соответствующая нагрузка. Большею частью собаки охотно пили солевой раствор (только один раз в случае, когда было дано 20 г NaCl в 800 см³ жидкости, пришлось применить желудочный зонд); в опытах, когда давали большие концентрации соли, собаки испытывали сильную жажду: под конец опыта беспокоились и жадно набрасывались на воду, оставляя без внимания предлагаемую им еду.

Опыты заканчивались по возвращении диуреза к исходной „норме“, но обычно не раньше, чем через 4 часа после дачи нагрузки.

Собранные порции мочи исследовались на содержание в них хлоридов (микрометодом по Volhard с введением принципа Рушняка), креатинина (по методу Folin) и мочевины (по Бородину).

Кровь исследовалась теми же методами на содержание в ней хлоридов и креатинина.

Все полученные данные (величина диуреза, количество хлоридов и креатинина в плазме и моче) обрабатывались по формуле Paul Brand Rehberg (16) и оценивались с точки зрения фильтрационно-реабсорбционной теории. Мы имели таким образом данные о количествах жидкости: а) профильтровавшейся в гломерулах, б) выведенной в виде мочи и в) реабсорбированной обратно в одну минуту, и рассчитывали, какой процент профильтровавшейся жидкости выделялся в виде мочи и какой процент всасывался обратно; те же вычисления проделывались в отношении хлоридов, т. е. определялось количество: а) профильтровавшихся в гломерулах, б) выведенных с мочью и в) реабсорбированных обратно хлоридов в одну минуту; далее вычислялся экскреционный процент и процент обратно реабсорбированных хлоридов и, наконец, процентное содержание хлоридов в обратно всосавшейся жидкости.

Опыты первой серии были поставлены с целью выявить химический состав крови и работу почек каждой из собак, в условиях покоя и без всякого вмешательства извне.

Опыты с водными нагрузками (серия II) были поставлены на собаке „Сэди“.

После дачи воды *per os* всегда наступала полиурия, которая достигала своего максимума либо в конце первого, либо в начале второго часа. Общее количество выведенной и задержанной воды приведено далее в таблице 10. В среднем к концу опыта оказывалось задержанной около 16% всей введенной жидкости.

Химический состав крови был следующий: средняя исходная величина в данном периоде для процентного содержания хлоридов в плазме была равна 0,342 г %, для креатинина 1,56 мг %.

После нагрузки почти во всех опытах во время полиурии процентное содержание хлоридов уменьшалось. Процентное содержание креатинина увеличивалось. В остальной части опытов никакой зависимости между процентным содержанием хлоридов и креатинина в плазме и количеством мочи почти обнаружить не удалось: с уменьшением диуреза в одних опытах имело место повышение, в других, наоборот, уменьшение процентного содержания этих веществ.

Средняя исходная величина для процентного содержания хлоридов в моче была равна 0,443 г %. В следующие непосредственно после нагрузки 30' уже имелось значительное снижение процентного содержания хлоридов в моче, которое в конце первого или в начале второго часа достигало своего предела, спускаясь до 0,031 г % и 0,003 г %. В конце опыта процентное содержание хлоридов либо вовсе не возвращалось к исходной „норме“, либо не ранее, чем через 3 часа.

Абсолютное количество выводимых с мочью хлоридов после дачи больших количеств воды резко уменьшалось (исключая опыта № 5). См. табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Кличка	№№ опытов	Нагрузка	Абсолютное количество хлоридов в граммах			
			До нагрузки		После нагрузки	
			Время	Выведено	Время	выведено
„Сэди“	4	800 см ³ жидкости	45'	0,4756 г	4 ч. 30'	0,6758 г
	5		55'	0,1817 г	3 ч. 30'	0,8068 г
	6		1 ч.	0,4679 г	4 ч. 30'	0,25156 г
	7		1 ч. 15'	0,49849 г	3 ч. 45'	1,05795 г

Процентное содержание креатинина в моче после дачи воды медленно уменьшалось, достигая на высоте полиурии таких незначительных величин, как 0,0061 г % и 0,004 г %.

С увеличением количества мочи уменьшалось процентное содержание в ней мочевины.

В исходном периоде концентрационный индекс в среднем был равен 16,5. Через 1 ч. 15 мин. после водной нагрузки он уменьшался в 3—4 раза (в оп. № 6 — даже в 10 раз); далее он начинал приближаться к исходной „норме“ и уже в конце опыта всегда был больше первоначального своего значения.

Фильтрация (F) почти всегда в такого рода опытах неуклонно уменьшалась и обычно в конце опыта бывала в 2—3 раза меньше исходной своей величины.

Относительное обратное всасывание воды (R %) во время полиурии резко уменьшалось (см. табл. 2). В конце опыта оно было больше исходного своего значения.

ТАБЛИЦА 2

Кличка со-баки	№№ опытов	Нагрузка	R %		Примечание
			До нагруз.	После нагр.	
„Сэди“	4	80 см ³ жидкости	92,8	78,5	За 100 принято количество про-фильтровав-шейся жидкости
	5		94,7	81,4	
	6		95,0	65,5	
	7		92,12	72,2	

Концентрационное отношение хлоридов в период полиурии уменьшалось. В конце опыта оно иногда возвращалось к исходному значению, иногда было больше или меньше его.

Во время полиурии через гломерулы профильтровывалось меньше хлоридов и больше обратное всасывалось, чем до нее. Относительное обратное всасывание увеличивалось и оставалось увеличенным до конца опыта.

Процентное содержание хлоридов во всасываемой обратно жидкости после нагрузки водой увеличивалось и было много больше, чем содержание их в исходной „норме“ и в соответствующей порции плазмы (см. табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Кличка	№№ опытов	Нагрузка	Процентное содержание хлоридов в обратно всасывающей жидкости		Проц. содерж. хлоридов в плазме
			До нагрузки	После нагрузки	
„Сэди“	4	800 см ³	0,340 г %	0,422 г %	0,341 г %
	5	жидкости	0,335 „ „	0,44 „ „	0,286 „ „
	6	„	0,342 „ „	0,534 „ „	0,353 „ „
	7	„	0,342 „ „	0,440 „ „	0,332 „ „

Итак, резюмируя все вышеизложенное, можно сказать, что полиурия, имевшая место после дачи животному *per os* 800 см³ жидкости, главным образом осуществлялась за счет уменьшения обратного всасывания воды, при несколько уменьшенной фильтрации.

Сопровождающее же полиурию уменьшение процентного содержания хлоридов в моче осуществлялось за счет двух моментов, а именно: за счет уменьшения фильтрации их в гломерулах и за счет увеличения относительной обратной реабсорбции их, причем обратное всасывалась жидкость с более высоким процентным содержанием хлоридов, чем концентрация их в плазме.

Опыты с солевыми нагрузками были поставлены на той же собаке „Сэди“ (серия III и V).

После дачи солевых нагрузок всегда имела место полиурия, максимум которой наступал в начале или в середине 2-го часа, причем диурез держался долгое время (от 1 ч. до 2 часов) на высоких цифрах, затем возвращался к исходной „норме“ или же спускался ниже ее:

Общее количество выведенной и задержанной воды приведено в таблице 10.

После нагрузки, во время полиурии процентное содержание хлоридов в плазме в опытах III серии увеличивалось (исключение составляет опыт с нагрузкой 0,5% раствором поваренной соли, в котором изменения крови были похожи на имевшиеся в опытах с нагрузками водой), в опытах же IV серии, наоборот, уменьшалось и оставалось уменьшенным в конце опыта.

Почти во всех опытах обеих серий процентное содержание креатинина после солевой нагрузки неуклонно падало.

После введения *per os* солевого раствора процентное содержание хлоридов в моче постепенно повышалось, достигая максимума либо в конце второго, либо в середине или конце 3-го часа. В опытах III серии максимальная величина была равна 1,074 г%; в опытах IV серии — 1,1445 г % вместо исходной 0,493 г % и 0,55 г %. В опытах с нагрузкой 1%, 1,5% и 2% растворами поваренной соли на высоте

полиурии хлориды мочи незначительно снижались, затем сразу опять повышались. В опыте с 0,5% солевой нагрузкой имелась картина, близкая к таковой в водных опытах, а именно—падение процентного содержания хлоридов до 0,0338 г % к концу первого часа, однако, в то время как хлориды в опытах с водными нагрузками или вовсе не возвращались к исходной величине, или же возвращались не ранее, чем через 3 часа, в данном опыте они уже через 2 часа превышали исходную „норму“. В опытах IV серии после солевой нагрузки процентное содержание хлоридов в моче тоже повышалось, достигая максимальной величины в конце 3-го часа (0,882 г % и 1,1445 г %).

Из всего введенного с нагрузкой количества хлоридов за 3 ч. 45 мин—4 часа с мочой в среднем выводилось от 60 до 80%, только в опыте с нагрузкой 0,5% раствором соли выведено было всего 45,57% (см. табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

III серия							
Кличка	№№ опы- тов	Нагрузка			Время	Абсолют. количест. вывед. в г	% выведе- ния
		%	Колич. NaCl	Колич. жидкости			
„Сэди“	8	0,5	4 г	800 см ³	3 ч. 45 м	1,823 г	45,57
„	9	1,0	8 „	„	4 ч.	6,3304 „	79,15
„	10	1,5	12 „	„	3 ч. 45 м	8,5905 „	71,59
„	11	2,0	16 „	„	4 ч.	10,386 „	64,9
„	12	2,5г	20 „	„	3 ч. 45 м	12,63 „	63,1

IV серия

IV серия							
Кличка	№№ опы- тов	Нагрузка			Время	Абсолют. количест. выведенн. NaCl в г	% выведе- ния
		%	Колич. NaCl	Колич. жидкости			
„Сэди“	13	1,33	8 г	600 см ³	3 ч.	4,687	58,6
„	14	1,0	„	800 „	4 „	5,2137	65,16
„	15	2,0	„	400 „	4 „	6,442	80,5
„	16	4,0	„	200 „	4 „	5,574	69,7

Во всех опытах во время полиурии наблюдалось резкое уменьшение процентного содержания креатинина в моче.

Во всех опытах III и IV серии с увеличением диуреза уменьшалось процентное содержание мочевины.

Концентрационный индекс (С) в „норме“ III серии опытов был в среднем равен 23,89, в „норме“ опытов IV серии—31,97. Через час после нагрузки он уменьшался (в серии III от 0,5 до 4 раз; в серии IV, примерно, в 3 раза), к концу опыта увеличивался: в опытах III серии иногда, в опытах IV серии всегда был выше своего первого значения.

Фильтрация (F) во время полиурии в 55% опытов уменьшалась, в 45% увеличивалась.

Относительное обратное всасывание воды (R%) во время полиурии уменьшалось (см. табл. 5). К концу опыта оно почти всегда было выше исходной величины.

ТАБЛИЦА 5

III серия					IV серия				
Кличка	№№ опытов	Нагрузки	R в %		Кличка	№№ опытов	Нагрузки	R в %	
			До нагр.	После нагр.				До нагр.	После нагр.
„Сэди“	8	0,5 %	93,0	88,08	„Сэди“	13	1,33 %	97,48	92,41
„	9	1,0 %	94,44	80,45	„	14	1,0 %	96,47	90,55
„	10	1,5 „	97,76	89,55	„	15	2 „	94,25	84,52
„	11	2,0 „	93,57	89,9	„	16	4 „	97,64	91,58
„	12	2,5 „	96,31	90,1					

Концентрационное отношение хлоридов (СCl) во все время опыта после солевых нагрузок было значительно выше „нормы“ данного дня.

Относительное обратное всасывание хлоридов резко уменьшалось и оставалось уменьшенным почти всегда до конца опыта. В опыте с нагрузкой 0,5% раствором уменьшению обратного всасывания предшествовало некоторое увеличение его.

Процентное содержание хлоридов во всасываемой обратно жидкости было меньше по сравнению с исходной „нормой“ и соответствующей порцией плазмы (см. табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

III серия						
Кличка	№№ опытов	Нагрузка		Процентное содержан. хлоридов в обратновсасыв. жидкости		Процентное содержан. хлорид в плазме После нагр.
		Колич. NaCl	Кол. воды	До нагрузки	После нагрузки	
„Сэди“	8	4 г	800	0,360	0,391	0,350
„	9	8 „	„	0,333	0,235	0,347
„	10	12 „	„	0,330	0,312	0,362
„	11	16 „	„	0,352	0,343	0,392
„	12	20 „	„	0,368	0,303	0,376

IV серия						
Кличка	№№ опытов	Колич. NaCl	Кол. воды	Процентное содержан. хлоридов в обратновсасыв. жидкости		Процентное содержан. хлорид в плазме После нагр.
				До нагрузки	После нагрузки	
„Сэди“	13	8 г	600	0,351	0,299	0,349
„	14	8 „	800	0,356	0,298	0,349
„	15	8 „	400	0,350	0,232	0,334
„	16	8 „	200	0,337	0,288	0,340

Исключение составляет опыт с 0,5% солевой нагрузкой, где во время полиурии всасывалась жидкость, более богатая хлоридами.

Итак, полиурия в опытах этих двух серий осуществлялась всегда за счет уменьшения относительной обратной реабсорбции, при чем в половине случаев при немного увеличенной фильтрации.

Увеличение процентного содержания хлоридов в моче осуществлялось за счет уменьшения обратного всасывания их, при чем всасывалась жидкость менее концентрированная по содержанию хлоридов, чем плазма и жидкость, реабсорбированная до нагрузки.

Водные нагрузки на фоне гипохлоридной диеты были поставлены на собаке „Изида“ на 7-й, 9-й и 15-й дни солевого голодания.

Количество воды, которое задерживалось в организме, было значительно больше, чем в опытах, поставленных на фоне стандартной диеты. Цифровые данные приведены в табл. 11.

Максимум полиурии наступал через 1 ч. 15 мин.—2 часа.

Среднее процентное содержание хлоридов в плазме не отличалось от количества его при стандартной диете.

Процентное содержание креатинина в плазме стойкой картины не давало. В пределах одного опыта оно менялось то в одну, то в другую сторону.

Для хлоридов мочи средняя исходная величина этого периода была равна 0,0422 г %. Во всех опытах имело место резкое снижение хлоридов, временами даже полное исчезновение их из мочи. Максимальное снижение наступало через 1 ч.—1 ч. 30 м. В конце опыта хлориды к „норме“ не возвращались.

В данном периоде в различные дни хлоридного голодания с мочью выводились различные количества хлоридов (см. табл. 7).

ТАБЛИЦА 7

Кличка	№№ опытов	Нагрузка	День диеты	До нагрузки		.После нагрузки	
				часы	абс. кол. хлор. натр. в г	часы	абсол. колич. хлор-натрия в г
„Изида“	4	800 см ²	7-й	45 м	0,0391	3 ч. 30 м.	0,066935
	5	жидкости	9-й	1 ч. 30 "	0,005854	4 "	0,013937
	6		15-й	1 „ 15 "	0,0110135	4 „	0,036952

Среднее процентное содержание креатинина в этой серии опытов было значительно выше, чем при стандартной диете.

С увеличением диуреза процентное содержание креатинина в моче резко падало, спускаясь до 0,0119 г % и 0,0095 г %, затем медленно нарастало.

Концентрационный индекс в среднем был равен 119,19.

На высоте полиурии он резко уменьшался (от 6 до 17 раз) и в конце опыта к „норме“ не возвращался.

Концентрационное отношение хлоридов резко уменьшалось и в конце опыта было много ниже своего исходного значения.

Фильтрация (F) в опытах данной серии на высоте полиурии изменялась различно: в опытах, поставленных на 7-й и 9-й день солевого голодания, она увеличивалась, в опыте же, поставленном на 15-й день, уменьшалась.

Относительное обратное всасывание воды (R %) во время полиурии было уменьшено и оставалось уменьшенным до конца опыта (см. табл. 8).

ТАБЛИЦА 8

Кличка	№№ опытов	Нагрузка	R %	
			До нагрузки	После нагр.
„Изида“	4	800 см ²	97,95	86,21
	5	жидкости	99,24	92,21
	6	„	99,42	89,98

Относительное обратное всасывание хлоридов ($RCl\%$) на высоте полиурии практически не изменялось, всасывались почти все хлориды, которые профильтровывались через гломерулы, однако реабсорбируемая обратно жидкость была значительно более концентрирована по содержанию хлоридов, чем исходная и чем соответствующая порция плазмы (см. табл. 9).

ТАБЛИЦА 9

Кличка	№№ опытов	Нагрузка	Относительное обратное всасыван.		% сод. хлорид. в плазме после нагр.	% сод. Cl в обратн. всасыв. жидкости ($RCl\%$)	
			До нагрузки	После нагрузки		до нагр.	после
"Изида"	4	800 cm^3	99,81	99,75	0,359	0,343	0,415
"	5	"	99,953	99,47	0,338	0,328	0,370
"	6	"	99,92	99,79	0,326	0,330	0,362

Полиурия в данной серии опытов осуществлялась почти всегда за счет уменьшения обратного всасывания ($R\%$) и увеличения F в начале или на высоте диуреза; сопровождающее же полиурию уменьшение процентного содержания хлоридов в моче—за счет увеличения концентрации хлоридов в обратнo всасываемой жидкости.

Опыты VI серии были поставлены на двух собаках: опыт с 1% раствором $NaCl$ на собаке "Изиде", с 2,5% солевым раствором—на собаке "Сэди". Общее количество задержанной в организме за 4 часа воды в случае дачи $per\ os$ 1% раствора соли достигало небывалых в наших опытах размеров, а именно 82,12%, в опытах с нагрузкой 2,5% солевым раствором—23,8% введенной жидкости (см. табл. 11).

В опыте с 1% солевой нагрузкой полиурии не было, в опыте с дачей 2,5% раствора $NaCl$ количество мочи увеличивалось, однако нарастание шло медленно, достигая максимума лишь через 2 ч. 30 мин.

До конца опыта диурез держался на высоких цифрах.

Состав крови в обоих опытах был одинаков в том смысле, что процентное содержание хлоридов в течение опыта неуклонно повышалось, процентное же содержание креатинина уменьшалось.

После нагрузки процентное содержание хлоридов в моче в обоих опытах резко повышалось, достигая максимальной величины в первом опыте через 2 ч. 30 мин., во втором через 3 ч. 30 мин.

Поваренная соль, даваемая собаке $per\ os$ на фоне хлоридного голодания, оказывалась задержанной в значительно большей степени, чем то же количество ее, даваемое на фоне стандартной диеты. Особенно резко это явление выступало при введении небольшого количества соли, а именно: из введенных 8 г $NaCl$ за 4 ч. с мочью было выведено всего лишь 19%, вместо 79%, из 20 г $NaCl$ —45,6%, вместо 63,1% в условиях стандартной диеты.

По содержанию креатинина в моче после нагрузок оба солевых опыта представляют собой прямую противоположность. В то время как процентное содержание креатинина в опыте с нагрузкой 2,5% солевым раствором уменьшалось, в опыте с нагрузкой 1% раствором имелось постепенное неуклонное нарастание его до конца опыта, где процентное содержание достигало значительной величины—0,119 г%.

Процентное содержание мочевины в опыте с нагрузкой 1% раствором соли неуклонно и резко повышалось.

Концентрационный индекс (С) у собаки „Изиды“ до нагрузки был равен 38,67. После нагрузки, неуклонно увеличиваясь, он в конце опыта достиг величины равной 107,2.

Исходная величина концентрационного индекса (С) у „Сэди“ была равна 44,6. В течение опыта С неуклонно уменьшалось и в конце было равно 7,83.

Концентрационное отношение хлоридов неуклонно нарастало в обоих опытах, особенно резко в опыте с нагрузкой 2,5% соевым раствором.

В опыте с нагрузкой 2,5% раствором соли фильтрация была резко увеличена только в начале полиурии, на высоте же ее, а также в конце опыта она была меньше своего исходного значения. В течение всего опыта с нагрузкой 1% раствором и особенно в конце его фильтрация была больше, чем в исходной „норме“.

Из профильтровавшейся в гломерулах жидкости в опыте с нагрузкой 1% раствором NaCl выводилось с мочой меньшее количество воды, в опыте с введением 2,5% раствора per os , наоборот, большее количество воды, чем до нагрузки.

Во время всего первого опыта количество хлоридов, профильтровавшихся через гломерулы, неуклонно увеличивалось; во втором опыте профильтровавшиеся в гломерулах хлориды были увеличены только в начале полиурии, затем приходили к норме и спускались ниже нее.

Относительное обратное всасывание хлоридов ($\text{RCI}\%$) уменьшалось в обоих опытах.

Процентное содержание хлоридов во всасываемой обратно жидкости в опыте с нагрузкой 1% раствором неуклонно возрастало, но было все время ниже концентрации плазмы, в опыте с нагрузкой 2,5% раствором только через 1 ч. 15 мин. имело место резкое повышение этой величины, затем оно уменьшалось. Во всех порциях оно было меньше процентного содержания хлоридов в плазме.

Итак, задержка колоссального количества жидкости в организме осуществлялась за счет увеличения обратного всасывания воды из фильтрата; полиурия же осуществлялась за счет уменьшения обратного всасывания воды и увеличения фильтрации.

Обсуждение результатов

Подводя итоги всему вышеизложенному, мы получаем следующие результаты: оптимальные условия для задержки воды создаются введением 1% раствора поваренной соли. В то время как чистая вода (опыты с водными нагрузками) оказывается задержанной в организме через 4 часа после введения ее per os в среднем на 16%, 1% солевой раствор, выпитый в таком же количестве спустя 3 ч. 45 мин. удерживается на 43,0%, что составит, примерно, 40,6% за 4 часа (процент всегда исчислялся по отношению к выпитой жидкости). Полупроцентный раствор удерживается только на 34%, вызывая диурез, близкий к серии с водными нагрузками. Увеличение абсолютных количеств хлоридов, вводимых в одно и том же количестве воды (800 см^3), сперва понижает процент задержанной воды, являясь при еще большем количестве соли в питьевой жидкости сильным мочегонным, ведущим к выведению большего количества воды, чем выпитое. Так, мы имеем при 1,5% соевом растворе (12 г NaCl в 800 см^3 воды) процент удержания воды равный 27,25%, при 2% нагрузке — 16%. При 2½% растворе NaCl диурез повышается до очень большой

величины (101 см³ из одной почки за 30 мин.); количество выведенной жидкости превышает на 8,4% количество выпитой воды. Такие же результаты были нами получены, когда мы вводили собаке 8 г соли с различным количеством жидкости. 8 г на 500 см³ жидкости, т. е. 1,33%, раствор дает задержку воды за 3 часа в 42,5%, что составит приблизительно 38,2% удержания за 4 часа; 1% раствор дает 39,5% задержки воды; 2% (8 г на 400 см³) — 0% удержания, а 4% (8 г на 200 см³) дает избыточный диурез на 54,2%. Разница в проценте удержанной воды при введении 2% раствора в опытах серии III (16% удержания) и серии IV (0% удержания) объясняется различием в количестве выпитой воды.

Таким образом, на фоне стандартной диеты совершенно отчетливо выявляется благоприятное влияние введения per os 1% солевого раствора вместо обычной питьевой воды; при этом, очевидно, имеет значение не абсолютное количество принятых хлоридов, а концентрация их: оптимальные условия создаются введением жидкости, близкой по содержанию хлоридов к физиологическому раствору (см. таблицу 10).

ТАБЛИЦА 10

Серия	Кличка собаки	№№ опытов	Продолжит.	Данное количество		Выведено	Удержано	% удержания	Примечание
				воды см ³	NaCl				
II	„Сэди“	4	4 ч.	800	—	725,5 см ³	74,5 см ³	9,3	
	„	5	3 ч. 30'	„	—	568,5 „	231,5 „	28,9	за 4 ч. пример. 26,8%
	„	6	4 ч.	„	—	655,0 „	145,0 „	18,1	
III	„Сэди„	7	3 ч. 45'	„	—	716,5 „	83,0 „	10,4	за 4 ч. прим. 9,6%
	„	8	3 ч. 45'	800	4 г	516,0 см ³	284,0 „	35,5	за 4 ч. прим. 34,0%
	„	9	3 ч. 45'	„	8 „	457,0 „	343,0 „	43,0	за 4 ч. прим. 40,6%
	„	10	4 ч.	„	12 „	582,0 „	218,0 „	27,25	
	„	11	4 ч.	„	16 „	673,0 „	127,0 „	16,0	
IV	„Сэди“	12	4 ч.	„	20 „	867,0 „	67,0 „	на 8,4% выведено больше, чем выпито	
	„	13	3 ч.	600	8 г.	345,0 см ³	255,0 „	42,5	за 4 ч. прим. 38,2%
	„	14	4 ч.	800	„	481,0 „	319,0 „	39,5	
	„	15	4 ч.	400	„	401,0 „	„	0,0	
	„	16	4 ч.	200	„	308,0 „	—108,5 „	на 54,2 выведено больше, чем выпито	

Переходя к описанию данных, полученных на фоне гипохлоридной диеты, нужно оговориться, что при 15-дневном лишении организма хлоридов уже наблюдаются патологические явления, как например появление белка в моче. На 7-й и 8-й день этой диеты у обеих собак белка в моче не было, общее состояние было очень хорошее. Эти опыты особенно ценны в том отношении, что, создавая фон ор-

ганизма, бедный хлоридами, могут до известной степени (конечно не вполне) служить средством для изучения тех состояний в человеческом организме, когда в силу тех или иных условий потеряно большое количество хлоридов, например, после большого потения при достаточном питье воды.

Гипохлоридная диета сама по себе способствует удержанию воды. На 7-й день диеты процент удержания воды при водной нагрузке достигал за 3 часа 30 мин.—40%, что составит, примерно, 36,9% удержания за 4 часа (при стандартной диете в тех же условиях мы имеем в среднем 16% удержания воды), на 9-й день—37% и на 15-й день—48,8%.

В связи с полученными данными представлялось интересным выяснить, как будут влиять в условиях гипохлоридной диеты солевые нагрузки. Было поставлено два опыта: 1-й с введением солевого раствора оптимальной (1%) концентрации, 2-й—с введением хлоридов в количестве, являющемся уже мочегонным (20 г на 800 см³ жидкости, т. е. 2,5% раствор). В первом случае вода задерживалась на 82,12% в организме—цифра, которую мы не получили ни в одном из других опытов; во втором случае вместо избыточного на 8,4% выведения воды, как мы имели при стандартной диете, мы получили 23,8% удержания ее, т. е. мочегонный эффект большой дозы NaCl, таким образом, был резко ослаблен (см. табл. 11).

ТАБЛИЦА 11.

Серия	Кличка собаки	№№ опытов	Продолжит.	Данное колич.		Выведено с мочей	Удержано	% удержания	Примечание
				Воды	NaCl				
V	„Изида“	4	3 ч.30	800 см ³	—	478,0 см ³	322,0 см ³	40,0%	за 4 ч. примерно 36,8%
		5	4 ч.	„ „	—	503,0 „	297,0 „	37,0%	
		6	4 ч.	„ „	—	410,0 „	390,0 „	48,0%	
VI	„Изида“ „Сэди“	8	4 ч.	800 см ³	8 г	143,0 „	657,0 „	82,12	
		17	4 ч.	„ „	20г	610,0 „	190,0 „	23,8	

Выводы.

Сопоставляя все эти данные, можно сделать следующий вывод: оптимальные условия для удержания воды создаются введением 1% раствора соли; меньшие и большие концентрации дают меньший процент удержания, при чем концентрированные растворы поваренной соли (2—2,5%) вызывают обратный эффект, являясь мочегонным. Особенно сильно сказывается благоприятное влияние солевых растворов в условиях, когда организм потерял много солей.

Поэтому, не перенося целиком полученные на собаках данные на человека в силу его физиологических особенностей, все же нужно подчеркнуть, что для удержания воды, в особенности после большой потери хлоридов потом, выгоднее пополнять водные и минеральные запасы организма введением не обычной воды, а солевого раствора, близкого к физиологическому по содержанию NaCl.

Во всех опытах, как на фоне стандартной, так и на фоне гипохлоридной диеты концентрационный индекс резко падал на высоте полиурии. Концентрационный индекс в период гипохлоридной диеты

достигал громадных величин, далеко превосходящих среднюю „норму“ на фоне стандартной или обычной диеты.

Механизм полиурии в различных сериях опытов, повидимому, был различен: в то время как почти во всех водных опытах и в опытах с 0,5% солевой нагрузкой он осуществлялся только за счет понижения обратной реабсорбции, в опытах с солевыми нагрузками в половине всех опытов еще повышалась фильтрация, относительная же реабсорбция в этих опытах снижалась менее значительно; при гипохлоридной диете, продолжавшейся 7—9 дней, фильтрация тоже повышалась, т. е. полиурия осуществлялась за счет обоих моментов.

В заключение приносим благодарность глубокоуважаемому проф. Л. А. Орбели.

Поступило в редакцию

1 декабря 1931 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kraus, Ambard u. Gautié. По Зюкову А. М. (6).—2. Rubner. Там же.—3. Nothwang. Там же.—4. Adolph E. F. Handbuch d. norm. u. pathol. Physiologie. B. III u. IV, 1929 г.—5. Starckenstein. Klinische Wochenschr. 6 Jahrg. № 4, 1927.—6. Зюков А. М. „Обмен воды в организме“.—7. Carpenter u. Benedict. По Зюкову А. М. (6).—8. Underhill F. P. u. D. Pack. По Handbuch d. norm. u. pathol. Physiologie. B. III u. IV 1929 г.—9. Thompson W. Handbuch der norm. u. pathol. Physiologie. B. III u. IV, 1929—10. Ginsberg W. Там же.—11. Cow D. Там же.—12. Hashimoto M. Там же.—13. Molitor H. u. E. Pick. Там же.—14. Priestley J. G. Там же.—15. Cushny A. R. „Die Absonderung des Harns“, 1926.—16. Rehberg P. B. „The Biochemical Journal“ V. XX. № 3, 1926 г.

REAKTION DER NIEREN AUF VERSCHIEDENE WASSER-SALZBELASTUNGEN

I. Mitteilung Reaktion der Nieren auf verschiedene Wasser-Salzbelastungen in den Bedingungen des relativen Ruhezustandes.
Aus der Physiologischen Abteilung des Wissenschaftlichen Lehrstuhls des Instituts.

Von A. M. Simkina und A. A. Michelson

Die Versuche wurden an 2 Hunden mit getrennt ausgeleiteten Uretern angestellt. Es wurde gefunden, dass die optimale Konzentration für die maximale Aufhaltung des Wassers im Organismus während des relativen Ruhezustandes, d. h. wenn keine Muskelarbeit ausgeführt wird, eine 1%-ige NaCl-Lösung ist. Reines Wasser, geringere und stärkere Salzlösungskonzentrationen ergeben einen geringeren Prozentsatz der Wasseraufhaltung. 2,5%-ige Lösung ergibt einen bedeutenden diuretischen Effekt.

Diese Angaben stimmen sowohl in den Bedingungen der gewöhnlichen Diät, wie auch bei hypochloriden (Kartoffel) Diät überein.

Auf der Höhe der Polyurie sank der Konzentrationsindex stets ab. Der Mechanismus der Polyurie, welche durch die Einführung von Flüssigkeit mit einem bestimmten % von Salz oder einfach von Wasser hervorgerufen wurde, war in verschiedenen Versuchen verschieden. Die bei der Bearbeitung der Protokolle nach der Formel von Brand-Rehberg erhaltenen Angaben zeugen davon, dass in den Wasser-Versuchen und in den Versuchen mit 0,5%-iger Salzbelastung während der gewöhnlichen Diät, die Polyurie auf Kosten der Herabsetzung der relativen Reabsorption zustande gebracht wird; in den Versuchen mit grösseren Salzbelastungen lag in 50% der Fälle noch eine Erhöhung der Filtration vor. Auch während der hypochloriden diät wird die Polyurie sowohl auf Kosten der Herabsetzung der relativen Reabsorption, wie auch auf Kosten der Erhöhung der Filtration zustande gebracht.

РЕАКЦИЯ ПОЧЕК НА РАЗЛИЧНЫЕ ВОДНО-СОЛЕВЫЕ НАГРУЗКИ

Сообщение II. „Реакция почек на водно-солевые нагрузки у животного, поставленного в условия мышечной работы“

Из физиологического отделения Научного института имени П. Ф. Лесгафта (зав.—проф. Л. А. Орбели)

А. М. Зимкина и А. А. Михельсон

Настоящая работа является естественным продолжением и дополнением работы, выполненной в 1929/30 г.

Опыты были выполнены на собаке, и переносятся полностью полученные данные на человека не представляется возможным, тем более, что в опытах, поставленных параллельно на собаке и человеке [Huyg, A. Rice and A. M. Steinhaus (1)], определенно выявилась разница в реакции животного и человеческого организмов на аналогичные мышечные нагрузки. Тем не менее настоящая работа важна в том отношении, что дала возможность совершенно точно изучить некоторые интимные механизмы тканевого обмена и работы почки. Опыты были поставлены в строго физиологических стандартных условиях на животном с выведенными мочеточниками. Как будет видно из дальнейшего, многие наши данные подтверждены другими авторами, работавшими на людях.

Известно, что различные соли в различной степени обладают способностью связывать воду. По данным Widal'я, Falta и Schoss'a [цит. по Зюкову (2)], Blum'a (3), Wyss'a (4), Lematte (5) наибольшей способностью задерживать воду обладают соли Na, при чем активная роль приписывается катиону. По данным других авторов [(Meyer и Cohn (6)) аниону тоже принадлежит значительная гидропигенная роль. По этим авторам наиболее сильным действием обладает NaCl. В нашей работе мы применяли именно нагрузки NaCl отчасти из этих соображений, отчасти исходя из той громадной роли, которую поваренная соль играет в водном обмене.

В предыдущем сообщении было выяснено, что в условиях относительного покоя наиболее эффективным в отношении удержания воды является введение per os 1% раствора NaCl. В настоящей работе представлялось интересным изучить водный и минеральный обмен почки в условиях рабочей нагрузки с введением жидкости и без питья. Эта задача была поставлена многими авторами (работавшими как на животных, так и на людях), большинство из них изучало диурез, колебания химического состава мочи, крови и пота. Последнего мы касаться не будем, так как объектом нашего эксперимента была собака.

Wüscher, Weber, Talbott, Folling, Henderson, Dill, Edwards и Berggren (9), Dobreff (10) указывали на снижение диуреза после хотя бы даже кратковременной мышечной работы. Полной анурии в указанной литературе не описывалось. Это вполне понятно, так как опыты большей частью были поставлены на людях, у которых моча не могла быть получена непосредственно из почек. Только в работе Dobreff'a объектом эксперимента была собака с фистулой мочевого пузыря. В наших же опытах мочевой пузырь удалялся, и моча собиралась по каплям прямо из мочеточника, т. е. по мере выделения. Получалась возможность установить момент появления первой капли или, наоборот, прекращение мочеотделения с точностью до 30%. Асратян и Гэгзян (11), работая на собаке с выведенными по способу проф. Орбели мочеточниками, наблю-

дали после работы полную анурию. Параллельно с понижением диуреза у человека после работы обычно идет снижение процентного содержания хлоридов мочи [Weber, (I. c.), Данилов и Крестовников (12)]. Химический состав плазмы под влиянием работы у человека меняется мало; все же отмечается, что хлориды обладают некоторой тенденцией к повышению в конце опыта [А. А. Данилов, А. Н. Крестовников (I. c.)].

Относительно зависимости между мышечной работой, выделением креатинина и содержанием его в плазме разные авторы приходят к разным выводам. В 1909 г. Tiegerstedt [цит. по Mitchell and Kruger (13)] нашел, что мышечная работа на азотистом обмене не отражается. Magnus Levy (цит. там же) пришел к диаметрально-противоположным выводам. В 1925 г. Catheart (14) делает заключение, что мышечная работа в незначительной степени усиливает прямо или косвенно белковый обмен. В работах Kocher'a (15) устанавливается связь между повышением элиминированного креатинина после работы, калорийностью и составом пищи. При недостатке калорийности работа сопровождается повышением содержания азота в моче. Этот же автор указывает на индивидуальные колебания креатинина у разных субъектов.

Mitchell и Kruger (I. c.) пытаются снова выяснить этот вопрос рядом экспериментов, выполненных на фоне различных диет — углеводистой, жировой, белковой — и приходят к заключению, что мышечная работа может быть выполнена без повышения креатинина мочи, но в случаях, когда имеется недостаточный подвоз питательных веществ, расходуясь эндогенные белки, что должно вести к повышению креатинина мочи. По данным Пирогова (16) и сотрудников, работавших на лошадях, количество креатинина в моче после работы сильно снижалось, иногда же оставалось на прежнем уровне. Асратян (I. c.) наблюдал у собаки, напротив, процентное повышение креатинина непосредственно после работы. В работах Данилова, Крестовникова, Корякиной, Коссовской (I. c.) на человеке изменения креатинина в моче ставятся в зависимость от диуреза. Наконец, Zwarenstein (17) подчеркивает значение суточных колебаний креатинина. В виду таких противоречивых данных представлялось интересным проследить выделение креатинина после работы у собаки, находящейся на строгой, поддающейся совершенно точному учету диете; преимущество наших опытов являлось кроме того, как уже было указано, отсутствие у экспериментального животного вредного пространства мочевого пузыря.

Мочевина по данным Асратяна (I. c.) повышается после работы в процентном отношении: по данным Данилова, Корякиной, Крестовникова, Коссовской (I. c.) меняется мало.

Вопрос о влиянии солевых и водных нагрузок освещался в литературе довольно много. Было выяснено, что введение per os NaCl способствует кратковременному повышению хлоридов плазмы и более длительному повышению их в моче [Siebeck (18)]; напротив, гипохлоридная диета вызывает обеднение плазмы хлоридами [Veil (19)]. Starkenstein (20) в ряде водных опытов и опытов с постепенно возрастающими концентрациями солевых нагрузок (автор начинал с дистиллированной воды и доходил до физиологического раствора), установил, что задержка в организме человека воды зависит от концентрации введенной жидкости. Оптимальной в этом отношении нагрузкой является 0,9% раствор NaCl. Более высокие концентрации автором не испытывались. В другой работе Starkenstein (21) указывает на зависимость диуреза от количества выпитой воды при одной и той же концентрации хлоридов и подчеркивает зависимость диуреза от времени дня (Mahlzeit). Дукельская и Клаус (22), Дукельская и Маршак (23), Чиркин (24) в работах, поставленных на людях в условиях, сопровождающихся большой потерей воды, отмечают целесообразность введения в организм солевого раствора с целью максимальной задержки воды.

Экспериментальная часть

Наша работа была поставлена на собаке „Сэди“ весом около 22 кг; оба мочеточника были выведены по способу проф. Орбели.

Условия проведения опытов были аналогичны описанным в первом сообщении: накануне опыта собака получала стандартную пищу, состоящую из ржаной каши с 5 г NaCl и измеренного количества воды, не превышавшего одного литра. Опыт всегда ставился в одно и то же время дня утром, при чем до опыта собака никакой еды не получала. Опыт начинался с установления исходной нормы данного дня: в течение 45 мин. — 1 ч. 15 мин. собиралась моча и 1 раз бралась для исследования кровь. Как и в предыдущем исследовании моча собиралась порциями за каждые 15 минут. По истечении указанного вре-

мени давалась рабочая нагрузка, после которой собака ставилась в станок уже на 4 часа. Первая проба крови бралась немедленно после окончания работы, следующая через $1\frac{1}{4}$ ч. и, наконец, последняя в конце опыта. Если опыт сопровождался введением жидкости, последняя давалась в течение ближайших 15 минут, следовавших за работой.

Рабочая нагрузка заключалась в том, что собака ходила в течение 15 минут в вертикальном положении на двух задних конечностях в особого рода подвижном станке на роликах. 30-минутная рабочая нагрузка, испытанная несколько раз, оказалась слишком тяжелой: несмотря на все усилия экспериментатора собака ложилась на пол, категорически отказываясь продолжать дальше ходьбу. После работы всегда наступала анурия, длящаяся от 6 до 12 минут в условиях отсутствия питья и несколько меньше в случаях водно-солевых нагрузок. Отмечалось, что длительность анурии, обратно-пропорциональная концентрации введенной соли при одном и том же количестве воды, также находится в зависимости от абсолютного количества выпитой воды и от исходного диуреза. Наступавшая анурия, резкие количественные и качественные отличия диуреза после работы от диуреза в условиях относительного покоя и, наконец, тот факт, что собака под конец 15-минутного периода ходьбы часто пыталась лечь, говорят о том, что применяемая нами нагрузка являлась достаточной. Взвешивание собаки до и после работы не производилось из-за трудности установить у подвижной собаки очень точный вес, но учащения дыхания и высывания языка никогда не наблюдалось, так что можно считать, что экстраренальная потеря воды не могла быть значительной.

Опыты данной работы распадаются на серии, аналогичные уже описанным в сообщении первом: 1) опыты с рабочей нагрузкой в отсутствии питья; 2) опыты с водно-солевыми нагрузками, с одним и тем же абсолютным количеством введенной жидкости: 0,5% раствор NaCl (800 $см^3$ жидкости + 4 г NaCl), 1% раствор (8 г NaCl + 800 $см^3$ жидкости), 1,5% (12 г : 800), 2,0% (16 г : 800) и 2,5% раствор (20 г : 800); 3) опыты, в которых одно и то же количество поваренной соли вводилось в разных количествах жидкости: 1,33% раствор NaCl (8 г : 600 $см^3$), 2% раствор (8 г : 400) и 4% раствор (8 г : 200 $см^3$). Целью этой серии опытов было выяснение, имеет ли значение в смысле удержания или выведения жидкости абсолютное количество солей или же их концентрация; 4) опыты с чисто водными нагрузками; 5) опыты на фоне гипохлоридной диеты без питьевой нагрузки, с водой, 1% солевой (8 г : 800 $см^3$) и 2,5% солевой нагрузки. В этой серии опытов собака предвременно выдерживалась на углеводистой пище (картофельной диете) без прибавления поваренной соли в течение 6—9 дней. К этому времени хлориды мочи падали очень низко.

Кровь исследовалась в данной работе методами, описанными в сообщении I, на содержание креатинина и хлоридов, моча — на содержание креатинина, хлоридов и мочевины. Полученные данные обрабатывались с точки зрения фильтрационно-реабсорбционной теории по формулам Brandt Rehberg'a (25, 26, 27).

Работа началась с установления так называемой „нормы“ данного ряда экспериментов, т. е. установления состава крови, мочи и кривых диуреза, полученных в результате 15-минутной работы без введения жидкости. В четырех опытах данной серии химическая картина крови оставалась все время в общем очень постоянной. Хлориды плазмы,

колеблясь в незначительных пределах, все же имеют некоторую тенденцию повышаться непосредственно после работы.

ТАБЛИЦА 1

	29/XI	1/XII	3/XII	26/XII
Хлориды плазмы в граммпроцентах				
До работы	0,385	0,365	0,388	0,353
Непосредственно после работы .	0,385	0,398	0,395	0,368

Исключение составляет самый первый опыт, от 26/XI-30 г., где имелось некоторое понижение хлоридов. Последнее может быть объяснено тем, что собака пыталась лечь на пол, и ее работа таким образом не может считаться полноценной.

Во всех опытах креатинин плазмы (Сгр. ‰) точно так же дает повышение после мышечной работы, что находится в согласии с данными ряда авторов.

ТАБЛИЦА 2

	Креатинин плазмы в миллиграммпроцентах				
	26/XI	29/XI	1/XII	3/XII	26/XII
До работы	0,68	0,725	0,885	0,833	0,781
После работы . . .	0,74	0,926	0,885	0,952	0,793

Колебания хлоридов.

Общее количество мочи, выведенной за 4 часа после рабочей нагрузки, держится во всех опытах на очень ровных цифрах, колеблясь в пределах от 48 до 57 см³ за весь период. Непосредственно после работы наблюдается полная анурия, с последующим длительным снижением диуреза. Это же явление описано многими авторами (Wilson, Long, Thompson and Thurlow, Talbott, Folling, Henderson, Dill, Edwards and Berggren, Weber и др).

Повышения диуреза после работы, описанного Dobref'ом на людях, нами на собаке ни разу не наблюдалось. Полная анурия продолжалась в зависимости от исходного диуреза от 5 до 12 минут; в течение 15 минут, непосредственно следовавших за работой, из обеих почек в среднем выделялось 0,5 см³. Фильтрация через гломерулы (F), вычисленная по формуле Paul Brandt Rehberg'a, в 50% опытов понижалась непосредственно после работы, в остальных 50% слегка повышалась, но относительная реабсорбция (R⁰%) во всех без исключения опытах повышалась сразу после работы и оставалась на более высоком, чем исходный, уровне до конца опыта. Таким образом нужно считать, что анурия и длительное снижение диуреза должны быть отнесены за счет повышения обратного всасывания (R⁰%).

Переходя к описанию изменений химического состава мочи, нужно отметить, что он колеблется в несравненно более широких пределах, чем состав крови. Хлориды мочи, выраженные в процентах, непосред-

ственно после работы падают и уже не возвращаются в течение опыта к исходному уровню.

ТАБЛИЦА 3

	Хлориды мочи в граммпроцентах		
	26/XI	1/XII	26/XII
До работы	0,187	0,462	0,529
После работы	0,154	0,204	0,350

Сопоставляя абсолютные количества хлоридов после работы и до начала работы, мы и тут видим резкое их уменьшение после рабочей нагрузки.

ТАБЛИЦА 4.

Месяц, число	В р е м я	Абсолютное количество хлоридов в граммах
26/XI	за 2 ч. до ходьбы выведено	0,0449 г
	„ „ после	0,0389 „
1/XII	за 1 ч. 30' до ходьбы выведено	0,0667 „
	„ 4 ч. после	0,0550 „
3/XII	за 1 ч. 15' до ходьбы выведено	0,2572 „
	„ 4 после	0,1508 „
26/XII	за 2 ч. 15' до ходьбы выведено	0,3643 „
	„ 4 ч. после	0,19379 „

Во всех приведенных опытах концентрационное отношение хлоридов (Сс1), т. е. отношение количества хлоридов мочи к количеству их в плазме, падает вследствие того, что знаменатель, т. е. количество хлоридов в плазме, меняется очень мало, числитель же, — содержание хлоридов в моче — резко падает.

Процентное содержание креатинина в моче непосредственно после произведенной работы дает значительное повышение, затем понижение, сменяющееся быстрым возвращением к высоким цифрам.

Концентрационный индекс (С), т. е. величина, показывающая, во сколько раз моча концентрированнее жидкости, профильтровавшейся через гломерулы, (плазмы) и полученная в результате деления креатинина мочи в процентах на креатинин в плазме в процентах, во всех опытах увеличивается очень сильно сразу после произведенной работы и продолжает повышаться до конца опыта, достигая очень высоких цифр.

ТАБЛИЦА 5

	До ра- боты „С“	Сразу после работы „С“	Через 2 часа „С“	Через 4 часа „С“
26/XI	119,1	281,0	288,7	—
1/XII	165,9	229,0	297,5	310,2
3/XII	152,4	276,2	266,9	388,9

Мочевина в описанной серии опытов не определялась.

Резюмируя приведенные данные, нужно сказать, что сама по себе работа, не сопровождающаяся введением жидкости, вызывает у собаки снижение диуреза вплоть до полной анурии, понижает количество выведенных хлоридов как в абсолютных, так и в процентных единицах и повышает количество выделяемого креатинина. Снижение диуреза происходит за счет повышения относительной реабсорбции.

Опытов с водными нагрузками на фоне произведенной мышечной работы всего было поставлено 2; после пятнадцатиминутной ходьбы в подвижном станке собаке *per os* давалось 500 см³ воды + 300 см³ молока. Взятие крови и собирание мочи производились обычным путем. Вместе с данными опытами будет рассматриваться и опыт с 0,5% солевой нагрузкой, как во многих отношениях приближающийся по характеру течения к водным опытам.

Анурия, отмечавшаяся в опытах без введения жидкости, наблюдалась и в описываемой серии; в зависимости от исходного диуреза она длилась от 3, 5 до 7 минут, вслед за полной анурией наступал период уменьшения диуреза, в свою очередь сменявшийся через 30—45 минут высоким диурезом. За 4 часа после ходьбы в среднем оказывалось выведенным 64,6% от выпитой жидкости (520 см³ в среднем), удержанным — 35,4%. Если же сопоставить водные опыты с опытом, где имелась 0,5% солевая нагрузка, оказывается, что в последнем процент удержания жидкости в организме значительно выше: в водных опытах 27,1% и 52% в опыте с раствором NaCl. В водных опытах повышение диуреза осуществляется за счет повышения фильтрации и уменьшения относительной реабсорбции (R%), в солевом исключительно за счет значительного падения R%, фильтрация же неизменно проявляет тенденцию падать до конца опыта. Хлориды плазмы в водных опытах непосредственно после работы падают, к концу опыта повышаются; в опытах с 0,5% солевой нагрузкой имеются обратные отношения.

Креатинин плазмы, несколько повышаясь после работы, не дает в общем больших колебаний. Значительно большие колебания представляют изменения химического состава мочи. Хлориды, давая среднюю исходную цифру для данной серии опытов в 0,351 г%, падают до 0,00907 г% к середине 2-го часа после питья жидкости и ходьбы. В опыте с 0,5% солевой нагрузкой имеется такое же падение хлоридов, выраженное несколько меньше и развивающееся несколько медленнее. Минимальная цифра в 0,127 г% достигается при том же исходном уровне хлоридов лишь по истечении 2 часов. Во всех этих опытах хлориды спустя 4 часа все еще остаются на низких цифрах.

ТАБЛИЦА 6

Месяц, число.	Водные нагрузки	Абсолютное количество хлоридов в граммах
6/ХП	За 1 ч. 15' до работы выведено	0,24762 г
	„ 4 ч. после работы	0,14993 „
4/П	за 1 ч. 15' до работы выведено	0,23087 „
	„ 4 ч. после	0,4136 „
9/ХП	0,5% солевая нагрузка	
	за 1 ч. 15' до работы	0,1901 „
	„ 4 ч. после работы	0,2332 „

Общее количество выведенных хлоридов в водных опытах и даже в опыте с 0,5% солевой нагрузкой уменьшается после работы.

В этом опыте спустя 4 часа оказалось удержанным 22,9% хлоридов от количества хлоридов, принятых с жидкостью.

Креатинин мочи, колеблясь до нагрузки около средней величины 0,04 г %, дает непосредственно после работы довольно значительное повышение, затем некоторое понижение, может быть связанное с повышением диуреза, но всегда возвращается к концу опыта к исходному уровню.

Концентрационный индекс неуклонно повышается, за исключением одного водного опыта, где к концу дня дал некоторое понижение; концентрационное отношение хлоридов систематически падает к концу опыта.

Опытов с солевыми нагрузками, не считая уже описанного, было поставлено семь: 4 опыта с неизменным количеством воды (800 см³) и возрастающим количеством NaCl: 8 г, 12 г, 16 г и 20 г и 3 опыта с одним и тем же абсолютным количеством NaCl (8 г), растворенным в разных количествах жидкости в виде 1,33%, 2% и 4% растворов. В этих опытах имеют значение таким образом 2 фактора: концентрация соли и общее количество выпитой жидкости (Starkenstein—1. с.)

В этой серии опытов в составе крови произошел некоторый сдвиг в сторону повышения количества хлоридов плазмы к концу 2-го часа после нагрузки. Более заметное повышение наблюдалось только в опытах с большим количеством введенных хлоридов: 16 г и 20 г NaCl. В этих же опытах креатинин дает тоже значительное повышение к концу опыта; в опытах с введением меньшего абсолютного количества хлоридов после повышения, непосредственно наступающего вслед за работой, имеются колебания креатинина, направленные в обе стороны.

Концентрационный индекс (С) во всех опытах с водно-солевыми нагрузками непосредственно после работы повышается, резко падая вслед за этим, и затем снова повышается.

В опытах с возрастающими абсолютными количествами хлоридов С не возвращается к исходной норме; в серии же с небольшими количествами введенной жидкости при той же процентной концентрации хлоридов исходная норма к концу опыта всегда превышалась. Наоборот, через все опыты с водно-солевыми нагрузками красной нитью проходило неуклонное повышение концентрационного отношения (СС1), что должно объясняться большим содержанием хлоридов в моче и сравнительно небольшим повышением их в плазме. Непосредственно после работы имеется повышение как фильтрации, так и реабсорбции; спустя 2 часа после приема жидкости относительная реабсорбция резко падает, фильтрация же или остается на исходном уровне или же падает, начиная с 3-го часа. Падение обратного всасывания бывало тем больше, чем больше абсолютное количество Cl введено. Таким образом на высоте диуреза мы всегда имеем значительное понижение R⁰% и иногда некоторое повышение F (фильтрации). Первого момента оказывается вполне достаточно для осуществления полиурии.

Процентное отношение хлоридов, выведенных с мочей, к хлоридам, профильтровавшимся из плазмы, достигает в водно-солевых опытах колоссальных величин; так в опыте с максимальной солевой нагрузкой мы имеем превышение в 28 раз обычной средней величины указанного отношения.

Непосредственно после работы всегда имеется падение процентного содержания хлоридов в моче, несмотря на введение больших количеств их *per os*. Исключение представляют только 2 опыта, где было дано большое количество хлоридов (16 и 20 г). Вслед за первоначальным падением процентное содержание хлоридов в моче резко повышается, давая еще более значительное нарастание к концу 3-го часа и удерживаясь до конца опыта на очень высоких цифрах. Максимальное процентное повышение количества хлоридов, полученное в этой серии опытов, соответствует опыту с введением 20 г NaCl в 800 см³ жидкости; выведенная за 1/2 часа одной почкой порция мочи имела концентрацию 1,22 г % хлоридов. Абсолютные количества выведенных хлоридов находятся в прямой зависимости от количества их, введенных *per os*.

ТАБЛИЦА 7

Кличка собаки	II серия						
	Месяц и число	Нагрузка			Время	Абсолютн. колич. хлор. выведенн. в г	% вы- ведения
		%	Колич. NaCl в г	Колич. жидкости в см ³			
„Сэди“	9/XII—30 г.	0,5	4	800	4ч.20'	0,9	23,2
„	12/XII	1,0	8	800	4 „	2,7	33,8
„	14/XII	1,5	11,5	770	4 „	4,9	42,6
„	16/XII	2,0	16	800	4 „	6,6	41,25
„	22/XII	2,5	20	800	4 „	8,8	44,0

Креатинин мочи во всех без исключения опытах давал некоторое повышение сразу же после работы, резко падая на высоте полиурии и снова возвращаясь к исходной норме в конце опыта.

Мочевина определялась только в серии с уменьшающимся количеством воды при постоянных количествах хлоридов. Выяснилось, что везде после работы количество ее падало, иногда более, иногда менее значительно. К концу опыта всегда имелось возвращение к исходной норме, хотя на высоте полиурии цифры мочевины снижались очень сильно.

Данные диуреза приводятся в таблице.

ТАБЛИЦА 8

Серия	Опыт	Концентрация солевой нагрузки	Процент удержания воды спустя 4 часа	Процент выведения воды спустя 4 часа
II	(12/XII—30г.	1% (8 г NaCl в 800 см ³)	60,4	39,6
	14/XII	1,5% (12 г „ „ „ „)	35,92	64,08
	16/XII	2% (16 „ „ „ „)	19,75	81,25
	22/XII	2,5% (20 „ „ „ „)	2,5	97,5
	27/XII	1,33% (8 г в 600 см ³ .)	47,1	52,9
III	31/XII	2% (8 „ „ 400 „)	4,9	95,1
	2/I —31г.	4% (8 „ „ 200 „)	—20	120,0

Из этой таблицы видно с совершенной очевидностью, что наиболее благоприятным, в смысле удержания воды, является 1% или

близкий к изотоническому раствор NaCl. Потеря воды почками в условиях мышечной работы оказывается меньшей, чем при тех же водно-солевых нагрузках у собаки, находящейся в покое (см. сообщение I). Совершенно отчетливо выступает зависимость диуреза от количества выпитой воды при одной и той же концентрации соли. Указанные результаты находятся в полном соответствии с данными Starkenstein'a, устанавливающими такую же зависимость между концентрациями соли и количеством выпитой воды. К сожалению, в своих исследованиях он остановился на изотонической концентрации, найдя ее оптимальной для удержания воды. В наших же исследованиях мы брали концентрации соли, далеко превосходящие концентрацию физиологического раствора. Оказалось, что 1% раствор является переломным, ниже которого и выше которого процент удержания воды в организме значительно падает; наибольшие из концентраций, применяемые нами,—2% (16 г:800) и 25% (20:800)—оказались даже повышающими выделительную способность почки.

Совсем иную картину дают опыты, проведенные на фоне гипохлоридной диеты. Под последней подразумевалась углеводистая (картофельная) диета, приготовленная без малейшего прибавления соли. Количество хлоридов, вводимых собаке, ограничивалось таким образом количеством их, содержащимся в самом корнеплоде. На такой диете собака выдерживалась 6—9 дней; к этому времени хлоридная деминерализация организма достигала значительной степени. Моча, содержащая в среднем в нормальных условиях 0,361 г % хлоридов, на 6—9-й день гипохлоридной диеты содержала в среднем 0,0762 г % хлоридов, в отдельных же случаях всего 0,0361 г %. На хлоридах плазмы диета отражалась сравнительно мало, но все же налицо было некоторое понижение: вместо средней цифры стандартной диеты —0,366 г %— на фоне гипохлоридной диеты мы имеем 0,355 г %. Для того, чтобы восстановить солевое равновесие организма, собака после пребывания во время опытов на бессолевом режиме переводилась на несколько дней на гиперхлоридную диету. После этого собака переводилась вновь в условия солевого голодания, предшествующие опыту.

Всего опытов с рабочей нагрузкой на фоне гипохлоридной диеты было поставлено 4: 1) опыт без введения питья, 2) опыт с водной нагрузкой, 3) опыт с 1% солевой нагрузкой, оказавшейся наиболее выгодной для организма на фоне стандартной диеты, и 4) опыт с 2,5% нагрузкой, обычно дававшей мочегонный эффект.

ТАБЛИЦА 9

Питьевая нагрузка	Процент удержания воды в организме спустя 4 часа	Процент выведения воды спустя 4 часа
Водная	30,4	69,6
1% солевая	37,7	62,3
2,5% солевая	—10	110,0

Эти данные говорят о том, что наиболее благоприятным для удержания воды является 1% раствор. Наоборот, вода максимально выводится при применении 2,5% раствора. Несколько сглажен задерживающий эффект 1% раствора, но зато подчеркнут мочегонный эффект

большой концентрации NaCl. Из дальнейшего видно, что эти факты не являются случайными.

Как видно из этой таблицы, диурез на фоне стандартной диеты в условиях мышечной работы значительно отличается от диуреза на фоне гипохлоридной диеты в условиях той же рабочей нагрузки. Мы имеем здесь, кроме того, картину, обратную наблюдавшейся на фоне гипохлоридной диеты в состоянии покоя (см. сообщение I). Приведенные данные не только резко отличаются от результатов, полученных на фоне стандартной диеты при аналогичных нагрузках, но еще более резко от цифр, полученных при тех же нагрузках в состоянии покоя (см. сообщение I). Сопоставляя данные „нормы“ при стандартной диете с „нормой“ при гипохлоридной диете, нельзя не обратить внимание на то, что при одном и том же исходном диурезе, при одной и той же рабочей нагрузке почки при гипохлоридной диете после работы выводят значительно большее количество мочи, чем при стандартной. Этот факт отмечается также и в опытах с питьевыми нагрузками.

ТАБЛИЦА 10

29/XI	Станд. диета	Иск. диурез—13 см ³	Всего выведено после работы 50 см ³
13/XI	Гипохлорид. диета	Иск. диурез—12 см ³	За 4 часа после работы выведено 99 см ³

С другой стороны во всех опытах данной серии наступавшая после опыта анурия была значительно менее выражена, чем при стандартной диете. Это особенно ярко выступает при сравнении с так называемой „нормой“. В то время, как при стандартной диете количество выделившейся мочи за первые 15' после работы измерялось каплями, при гипохлоридной оно равно 5 см³ и не сопровождалось снижением диуреза.

Характер кривой диуреза при гипохлоридной диете остается обычным. При водных нагрузках максимум диуреза достигается к концу 1-го или началу 2-го часа; при водно-солевых—отодвигается к концу 2-го или началу 3-го часа, но при гипохлоридной диете диурез держится более стойко на высоких цифрах.

Химический состав мочи при гипохлоридной диете колеблется более резко, чем при стандартной диете. В этом отношении интересен опыт от 13/I—31 г., где хлориды колеблются в течение 4¹/₂ ч. в пределах от 0,144 граммпроцента до 0,00725 граммпроцента, а креатинин от 0,1166 до 0,01108 г %, хотя никакой водно-солевой нагрузки дано не было. Во всех опытах, кроме водного, работа сопровождается повышением хлоридов, при чем характерен тот факт, что в опыте без введения жидкости за кратковременным повышением хлоридов следует резкое падение их. В опытах с водной нагрузкой хлориды падают после введения нагрузки и до конца остаются на очень низких цифрах; в опытах с солевыми нагрузками после работы количество элиминированных хлоридов резко возрастает, но никогда не достигает величины аналогичных опытов, произведенных на фоне стандартной диеты. Интересно сопоставить абсолютные количества хлоридов, выведенных из организма, в опытах, проведенных на фоне обеих диет (см. табл. 11).

Креатинин мочи, колеблясь в довольно широких пределах, повышается непосредственно после работы, падая затем параллельно развитию полиурии. Особенно сильное падение креатинина мы имеем в опыте с 2,5% солевой нагрузкой, где имеется максимальное выведение мочи.

ТАБЛИЦА 11

Абсолютные количества выведенных хлоридов на фоне гипохлоридной и стандартной диет

Число	Нагрузка	Диета	Абсолютное количество хлоридов		
			за 1 ч. 15 м. до работы	за 4 ч. после работы	% выведения хлоридов
6/ХП—30 г	водная	стандартн.	0,247 г	0,149930 г	
14/Л—31 г.	водная	гипохлорид.	0,0075 г	0,07868 г	
12/ХП—30 г.	водно-сол. 1%	станд.	0,178 г	2,705 г	19
27/Л—31 г.	"	гипохлорид.	0,0611 г	3,1394 г	39,2
22/ХП—30 г.	2,5% солев.	станд.	0,5158 г	8,8138 г	45,6
21/Л—31 г.	"	гипохлорид.	0,027 г	8,0012 г	40
1/ХП—30 г.	без введения рег ос станд.		0,0667 г	0,551 г	
13/Л—31 г.	нагруз.	гипохлорид.	0,0237 г	0,0824 г	

Креатинин к концу опыта достигает чрезвычайно низких цифр—0,009 г все время неуклонно падая. Мочевина в наших опытах дает менее, широкие размахи колебаний, обнаруживая тенденцию падать непосредственно после работы и водно-солевой нагрузки; количества ее приблизительно обратно пропорциональны диурезу. В опытах, не сопровождающихся введением жидкости, работа не изменяет содержания мочевины. Следовательно падение ее должно быть целиком отнесено за счет разжижения мочи.

Колебания химического состава плазмы в серии гипохлоридных опытов тоже несколько значительнее, чем соответствующие колебания на фоне стандартной диеты. В особенности сильны колебания в содержании креатинина, например в опыте от 13/Л креатинин колеблется в пределах от 0,833 мг % до 0,685 мг %, а в опыте от 27/Л от 0,961 мг % до 0,746 мг %. Средняя исходная величина содержания креатинина в опытах данной серии выражается величиной 0,813 мг %, т. е. мало чем отличается от средней нормы стандартной диеты (0,814 мг %). В опыте с ходьбой без питья креатинин плазмы неуклонно падает до конца опыта, в остальных же повышается или непосредственно после работы или же несколько позже.

Содержание хлоридов плазмы значительно более постоянно. Обычно колебания происходят только в 3-м знаке. Исключение представляет только опыт с 2,5% солевой нагрузкой, где, спустя 2 часа после введения нагрузки, хлориды повысились на 0,44 г %. В соответствующем опыте на фоне стандартной диеты мы имеем повышение всего лишь на 0,022 г %. Во всех опытах кроме первого, не сопровождающегося введением воды, непосредственно после работы имеется повышение хлоридов. Иногда вслед за этим повышением бывает еще одно повышение. Первое совпадает с резким понижением диуреза, второе является результатом введения большого количества NaCl и совпадает с моментом большой полиурии.

Концентрационный индекс во всех опытах данной серии повышается непосредственно после работы, к концу опыта неизменно падает.

Концентрационное отношение хлоридов (ССI) в опыте с водной нагрузкой падает, в остальных же неизменно и значительно повышается, сопоставляя данные фильтрации и относительной реабсорбции, приходится считать, что в опытах с питьевыми нагрузками усиленный диурез происходит исключительно за счет уменьшения обратной относительной реабсорбции. Наоборот, в опыте с мышечной работой, не связанной с выведением per os жидкости, относительная реабсорбция резко повышается непосредственно после работы и падает только к концу опыта, фильтрация вначале несколько повышается, затем довольно значительно падает, так что в общем создаются сравнительно благоприятные для удержания воды условия.

Обсуждение результатов

Резюмируя все приведенные данные, нельзя не отметить, что даже умеренная по своей тяжести работа, не вызывающая внешних признаков утомления, сильно отражается на почечной деятельности собаки. Непосредственно вслед за работой наступает анурия, продолжающаяся в зависимости от исходного диуреза, количества и качества выпитой жидкости от 2 до 12'. Вслед за анурией наступало медленное повышение диуреза, никогда не доходившее в опытах без питья до величин больших, чем исходная. В опытах с введением жидкости анурия постепенно сменялась высоким диурезом, но общее количество выведенной почками воды всегда оставалось ниже, чем в соответствующих опытах в условиях относительного покоя (см. сообщение I). Исключение представляют опыты с гипохлоридной диетой, где отношения получились обратные.

В 66% опытов фильтрация повышалась непосредственно после работы, падая к концу опыта. Относительная реабсорбция, наоборот, после работы давала значительный подъем. За счет последнего момента и должна быть отнесена анурия. Исключение представляет опыт с водной нагрузкой на фоне гипохлоридной диеты, где падают и фильтрация и относительная реабсорбция, но фильтрация понижается гораздо значительнее. Этот последний момент и нужно считать определяющим в развитии анурии. Непосредственно после работы моча оказывается концентрированнее. Концентрационный индекс резко повышается. Концентрационное же отношение хлоридов после работы обычно падает, давая в течение остальной части опыта колеблющиеся данные.

Процент хлоридов, всосавшихся вместе с реабсорбированной жидкостью, повышается в большей части опытов, но в различной степени. В водных опытах без питья процентное содержание хлоридов падает после работы, в нагрузочных же повышается, причем тем сильнее, чем больше введено NaCl per os .

Процентное содержание креатинина мочи в громадном большинстве опытов повышается после работы, но вслед за этим подъемом всегда следует значительное падение, связанное с усилением диуреза.

Процентное содержание мочевины меняется приблизительно обратно пропорционально диурезу.

Хлориды плазмы, не давая больших колебаний, все же обнаруживают тенденцию к повышению или непосредственно после работы или несколько позже.

Креатинин плазмы, вообще более лабильный, дает в большей части опытов значительное повышение после работы.

Сопоставляя введенные *per os* нагрузки разных концентраций с процентом удержания и выведения жидкости, приходится сказать с несомненностью, что наиболее выгодной для организма во всех случаях является введение 1% нагрузки NaCl. Введенная непосредственно после работы, она во всех наших опытах способствовала максимальному удержанию воды.

Гипохлоридная (картофельная) диета в условии мышечной работы является невыгодной, так как способствует большему выведению воды из организма.

Выводы

Мышечная работа сама по себе способствует уменьшению диуреза.

Во всех опытах с мышечной нагрузкой у собаки с выведенными мочеточниками мы имеем анурию, длящуюся в зависимости от исходного диуреза, количества и качества выпитой жидкости от 2 до 12 минут. Анурия в преобладающем большинстве случаев зависит от повышенной обратной реабсорбции; в опыте с водной нагрузкой на фоне гипохлоридной диеты — от понижения фильтрации. После анурии наступает медленное повышение диуреза, достигающее до выраженной полиурии в опытах с водно-солевыми нагрузками. Последняя осуществляется за счет уменьшения относительной реабсорбции. Концентрационный индекс повышается непосредственно после работы.

Наиболее выгодной для организма в условиях мышечной работы является 1% нагрузка NaCl, способствовавшая во всех наших опытах максимальному удержанию воды.

Менее высокие и более высокие концентрации соли вызывают увеличение диуреза. Особенно сильным диуретическим действием обладает 2,5% раствор NaCl.

Гипохлоридная диета в условии мышечной работы является невыгодной для организма, так как способствует максимальной потере воды.

Сопоставляя данные обоих исследований, мы приходим к следующим общим выводам.

В условиях мышечной работы потеря воды через почки при одних и тех же водно-солевых нагрузках всегда меньше, чем в условиях относительного покоя.

Аналогичные опыты, поставленные на фоне гипохлоридной диеты, дают диаметрально противоположные результаты: потеря воды в условиях мышечной работы значительно превышает потерю в условиях покоя.

Введенные *per os* хлориды задерживаются в организме в 1½—2 раза полнее при мышечной работе.

Процентное содержание мочевины в моче в опытах обоих типов колеблется обратно-пропорционально диурезу.

Процентное содержание креатинина мочи в опытах, проведенных в условиях относительного покоя, меняется обратно пропорционально диурезу; в опытах с работой также имеется резкое повышение процента содержания креатинина непосредственно после работы, с последующим падением его на высоте полиурии.

Во всех опытах, проведенных на фоне гипохлоридной диеты как в условиях работы, так и в условиях относительного покоя мы имеем более резкие колебания процентного состава мочи, чем в опытах на фоне стандартной пищи.

Полиурия во всех опытах осуществляется за счет уменьшения обратной реабсорбции, иногда при повышенной, иногда при пониженной фильтрации. В опытах с работой понижение относительной реабсорбции выражено значительно менее резко, чем в опытах без работы.

Как в условиях покоя, так и в условиях мышечной работы наиболее выгодным для организма является 1% раствор NaCl, способствующий максимальному удержанию воды.

В заключение приносим глубокую благодарность проф. Л. А. Орбели за постоянное руководство и предоставление темы.

Поступило в редакцию

1 января 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rice and Steinhaus. Am. Journ. of Phys. 1931 г. № 3. — 2. Зюков. Обмен воды в организме. — 3. Blum. Comptes rendus des séances de la société de biologie. 1921 г. — 4. Wyss D. Arch. f. klin. Med. 1913 — 5. Lematte. Revue de Med. 1931 г. № 2. — 6. Meyer u. Sohn. Zeitschr. f. Kinderheil. 1911 г. — 7. Wüscher. Biochem. Zeitschr. 1925, Bd. 156, стр. 426. — 8. Weber. Biochem. Zeitschr. 1926 г. Bd. 173, стр. 69 — 9. Talbott, Fölling, Henderson, Dill, Edwards u. Berggren. Journ. of Biol. Chem. v. 78, № 2, стр. 445. 10. Dobreff. Pflügers. Arch. 1926 г. Bd. 213, стр. 511. — 11. Асратян и Гэгзян. Труды 4-го съезда физиологов (всесоюзн.) — Данилов А. А. и Крестовников А. Н. Доклад на заседании русского физиологического о-ва, 1930 г. — 13. Mitchell and Kruger. J. of biol. chem. 1928 г. — 14. Cathcart. Phys. Rev. 1925. — 15. Kocher D. Arch. f. klin. Med. 1914. — 16. Пирогов. Труды 3-го всесоюзн. съезда физиологов. — 17. Zwarenstein. Biochem. Journ. 1926, стр. 743. — 18. Sibeck. Handbuch der norm. u. path. Physiol. Bd. 17. — 19. Veil. Biochem. Zeitschr. 1918 г. — 20. Starckenstein. Arch. f. exp. P. und Pharmak. Bd. 104. 1924 г. — 21. Starckenstein. Arch. f. Exp. P. und Pharmak. Bd. 92. 1922 г. — 22. Дукельская и Клаус. Военно-санит. дело. 1930. № 4. — 23. Дукельская и Маршак. Гигиена труда 1928 г. № 21. — 24. Чиркин. Труды 4-го Всесоюзн. съезда физиологов. — 25. Poul Brandt-Rehberg. Biochem. Journ. v. 20. № 3 1926, г. 26. Данилов А. А. Изв. Научн. ин-та им. Лесгафта, т. 14, в. 1 и 2, 1928 г.

REAKTION DER NIEREN AUF VERSCHIEDENE WASSER - SALZ-BELASTUNGEN

Von A. M. Simkina und A. A. Michelson

(Aus der Physiologischen Abteilung des Wissenschaftlichen Leshaff-Instituts)

II. Mitteilung. Reaktion der Nieren auf verschiedene Wasser-Salzbelastungen in den Bedingungen der Muskelarbeit

In den Bedingungen der Muskelarbeit ist die Diurese stets geringer als (unter den übrigen gleichen Bedingungen) im Ruhezustand. Die hypochloriden Diät ist in den Bedingungen der Muskelarbeit unvorteilhaft für den Organismus, da sie den maximalen Wasserverlust befördert. Ebenso wie beim Ruhezustand, wird bei Muskelarbeit der grösste % der Wassererhaltung durch die Einführung in den Organismus einer 1%-igen NaCl-Lösung erreicht. Stärkere oder schwächere Salzkonzentrationen ergeben einen diuretischen Effekt.

Unmittelbar nach der Arbeit kann man bei den Hunden mit getrennt ausgeleiteten Uretern die Anurie beobachten, welche in Abhängigkeit von der Ausgangsdiurese, von der Quantität und Qualität der ausgetrunkenen Flüssigkeit, von 2 bis 12 Minuten dauert. In der Mehrzahl der Fälle findet die Anurie infolge der Erhöhung der relativen Reabsorption statt. Auf die Periode der Anurie folgt ein Anstieg der Diurese.

Die eingetretene Polyurie wird auf Kosten der Herabsetzung der Rückreabsorption zustande gebracht.

ЗНАЧЕНИЕ СИЛЫ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ ПОГРАНИЧНОГО СТВОЛА ДЛЯ СИМПАТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЦЕ

П. А. Некрасов

Из физиологической лаб. Ин-та гигиены труда и техники безопасности (зав. физиол. лаб.—доцент М. И. Виноградов; директор ин-та—проф. Б. Б. Койранский)

В проблеме симпатической иннервации скелетной мышцы частный вопрос о соотношении между силой и длительностью раздражения пограничного ствола и величиной и характером ответа почти не затрагивался совсем. Настоящая работа является попыткой подойти к разрешению этого вопроса. Материалом для нее послужили частично опыты, поставленные мною на другие темы, частью же он получен в специальных опытах (40 опытов), поставленных осенью 1927 г.

Постановка этих последних опытов в основном была та же самая, что и постановка опытов, описанных ранее¹, почему я на ней и не останавливаюсь.

Вопрос о силе тока, приложенного к корешкам, представляющий сам по себе большой интерес, в настоящей работе не затрагивается совсем, и ток для корешков подбирался такой, который в начале опыта давал максимальный ответ.

Что касается ритма раздражения как корешков, так и *sympathicus'a*, то и он оставался вне поля специального внимания. Я довольствовался в отношении ритма лишь тем, что в огромном большинстве опытов применял очень умеренные или средние частоты и для корешков (для вызова одиночных сокращений мышцы) и для пограничного ствола (тетанизация). Для корешков чаще всего ритм равнялся 35 или 40 в 1 мин.; симпатические же нервы раздражались чаще всего с ритмом 50 в сек. Когда для симпатических нервов, применялись очень сильные токи, употреблялось кольцо Геринга. В первичной цепи для симпатического ствола всегда было 2 эл. Даниэля; во вторичной обмотке количество витков равнялось 5 тыс. Для корешков в первичной цепи был 1 эл. Даниэля, но зато применялась сильная катушка в 10 тыс. витков во вторичной обмотке.

1. Значение силы раздражения

При чтении работ по симпатической иннервации поперечнополосатой мышцы мы встречаем обычно крайне высокие значения для

¹ Работа доложена на III Всесоюзном съезде физиологов в 1928 г. и в том же году написана, но по независящим от автора причинам (прекращение издания журнала, в который она была передана для напечатания) она не могла появиться в печати до настоящего момента.

силы раздражающего симпатический ствол тока; например при 1,5 вольта в первичной цепи и 6 тыс. витков во вторичной обмотке, т. е. при тех условиях, когда для седалищного нерва обычного нервно-мышечного препарата мы имеем обычно порог в 30 см с некоторыми колебаниями в ту и другую сторону, применяемые для симпатического нерва токи варьируют от 12—13 до 8—7 и даже 5 см¹.

При начале работы с симпатической иннервацией мышцы я пользовался токами приблизительно той же силы, но затем обнаружил, что токи гораздо более слабые дают подчас очень хороший эффект. Специальное изучение порогов симпатического эффекта, под которыми я понимаю здесь ту минимальную силу индукционного тока, которая еще способна дать некоторый подъем кривой одиночных сокращений, показало, что они варьируют в широких пределах: от 30 с чем-нибудь до 15 и даже 12 см, но чаще всего наблюдаются пороги умеренно низкие в промежутке между 25 и 20 см.

Как видно отсюда, пороговая раздражимость симпатического ствола, если выражать ее в обычных условных единицах — см санного индукционного аппарата, — лишь немногим отличается от пороговой раздражимости *n. ischiadici*. Однако, нужно иметь в виду два обстоятельства, которые имеют значение при сопоставлении цифр, полученных для симпатического ствола, с цифрами, измеряющими порог двигательного нерва. Во-первых, индикаторами возбуждения симпатических и двигательных волокон служат далеко не равнозначные показатели. Возбуждение двигательных волокон несравненно более чувствительно отражается в состоянии мышцы, чем возбуждение симпатических, почему порог раздражения двигательных волокон, определенный по фибриллярным вздрагиваниям мышцы, будет гораздо ближе к истинному порогу раздражения этих волокон, чем порог раздражения симпатических волокон, определенный по заметному нарастанию кривой. С другой стороны, вследствие разной толщины симпатического и седалищного нервов густота тока при раздражении того и другого будет различна в каждом нервном элементе, и несмотря на то, что при большом сопротивлении более тонкого нерва сила тока в нем будет меньше, все же густота тока в его нервных элементах будет больше, вследствие чего раздражающее действие при прочих равных условиях будет неодинаково и для случая с *n. sympathicus* больше, то есть при одинаковых (в см инд. ап-та) порогах все-таки возбудимость симпатического нерва будет ниже, чем возбудимость седалищного.

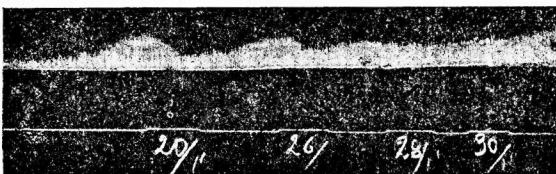
Последний фактор — густота тока — здесь повидимому играет большее значение, и следовательно приходится prizнать по отношению к эффекту на скелетной мышце меньшую возбудимость симпатических нервов по сравнению с нервами двигательными.²

Если, определив порог для данного препарата, применять последовательно с известными интервалами раздражающий ток различной силы, то окажется, что ответы на раздражение (пока мы учитываем

¹ См. например работы А. Г. Гинецинского (2) и В. В. Стрельцова (3).

² Проф. И. С. Беритов (4) недавно подверг детальному разбору вопросы методики раздражения индукционным током, где он специально касается и вопроса о пороге возбуждения симпатического нерва. Пользуясь в качестве индикатора сосудистыми реакциями в плавательной перепонке лягушки, Беритов пришел к выводу, что на свежем *sympathicus'e* мы имеем такую же возбудимость, как и на двигательном нерве. Соглашаясь с ним в том, что пороги для симпатического нерва много ниже тех, которые первоначально готовы были ему приписать, все же думаю на основании опытов и вышеприведенных соображений, что истинные пороги возбудимости симпатических волокон будут несколько выше, чем для соматических нервов.

только амплитуду эффекта) будут в общем тем больше, чем сильнее ток (см. кривую 1). Тут как-будто бы наблюдается простая пропорциональность между силой раздражения и величиной ответа; но более детальный анализ обнаружил более сложную и менее законсерную зависимость этих величин.



Кривая 1. Из опыта 13/XII 1927 г. Отрезок кривой записан 11, 5 мин. спустя от начала записи. Порог для корешков 86 см, запись сделана при 60 см. Метроном — 35 ударов в 1 мин., для симпатических нервов ритм 50 в 1 сек. В этой, как и во всех последующих кривых, читать справа налево.

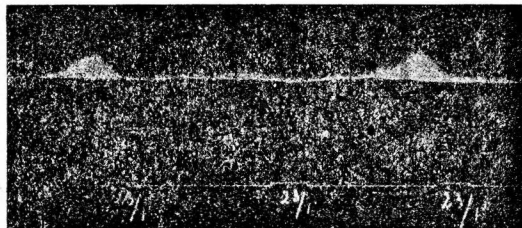
В этом анализе меня интересовал такой вопрос: при постепенном усилении раздражителя наблюдается ли столь же постепенное увеличение эффекта и в обследованном диапазоне сил тока можно ли говорить хотя бы о приблизительной пропорциональности между раздражителем и эффектом.

Простое сравнение эффектов, полученных при различных силах тока, еще ничего не разрешает, потому что условия для действия раздражения симпатического нерва не остаются на протяжении опыта одними и теми же, а все время меняются; во-первых, все время нарастает утомление и вследствие него высота сокращений все падает (хотя бы и медленно на „уровне утомления“), во-вторых, каждое раздражение симпатического ствола оставляет после себя некоторое последствие в препарате, которое при разных условиях может то понижать, то повышать последующий эффект.

Для иллюстрации значения этих последствий в препарате привожу одну очень интересную кривую, взятую из опыта, поставленного по другому поводу (см. кривую 2). Как видно из кривой, одно и то же по силе раздражение дает последовательно колеблющийся по величине эффект. Значит, величина эффектов, полученных через некоторые интервалы, вовсе не находится в простой функциональной зависимости только от силы тока.

Для иллюстрации значения этих последствий в препарате привожу одну очень интересную кривую, взятую из опыта, поставленного по другому поводу (см. кривую 2). Как видно из кривой, одно и то же по силе раздражение дает последовательно колеблющийся по величине эффект. Значит, величина эффектов, полученных через некоторые интервалы, вовсе не находится в простой функциональной зависимости только от силы тока.

С другой стороны, из опытов по значению длительности раздражения (см. вторую часть настоящей статьи) мне было известно, что и разная длительность раздражения дает различный по величине эффект, но при очень длительных раздражениях достигается максимум эффекта, который при продолжении раздражения не растет. Вот этими обстоятельствами и был подсказан порядок опыта для решения вопроса о соотношении силы раздражения и величины ответа. Раздражение симпатического нерва производилось на фоне „уровня утомления“. Оно длилось многие минуты, причем через правильные интервалы в 1 — 1,5 мин. сила тока увеличивалась на несколько сантиметров. Интервал в 1 мин., особенно в 1,5 мин. был вполне достаточен, чтобы при данной силе эффект развился полностью и обычно даже начал спадать. Очередная передвига катушки, если она была действительна, т. е. если усиление тока давало некоторое увели-



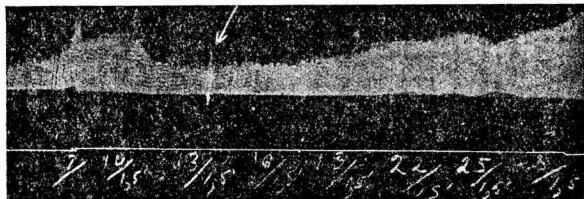
Кривая 2. Из опыта 16/II 1928 г. Записан отрезок кривой после начала записи через 26 мин. Ритм для корешков 40 в 1 мин.; ритм для симпатического нерва 50 в 1 сек. Порог для корешков 73 см. Запись сделана при 50 см.

чение симпатического влияния на мышцу, должна была неминуемо отразиться на кривой вторичной волной, новым нарастанием сокращений.

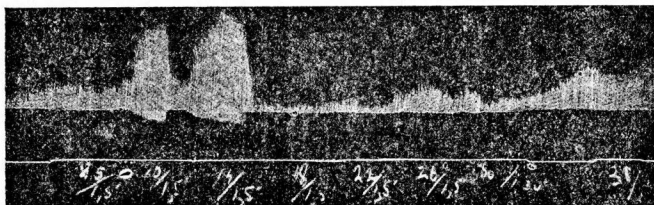
Теперь обратимся к фактам и посмотрим, как при этих условиях ведет себя симпатический эффект. Разберем приведенные для примера кривые 3 и 4.

В опыте, из которого взята кривая 3, порог для симпатического эффекта очень низок: уже при 28 см получается намек на эффект.

Серия раздражений начинается с 28 см, причем передвижка катушки производится через каждые 1,5 мин. на 3 см. Вслед за 28 см 25—дают довольно крутое нарастание сокращений, которое доходит до максимума и начинает падать еще до очередной передвижки. Следующая передвижка катушки на 3 см дает замедление падения и даже очень небольшой подъем кривой. Третья, четвертая и пятая передвижки не дают отчетливого повышения кривой, но передвижка до 10 см дает громадное и резкое нарастание сокращений. Кривая опять, быстро достигнув максимума, начинает медленно спадать. Этой силой тока собственно серия раздражений и кончается, так как передвижка катушки до 7 см дает ветвление тока и тетанус, несмотря на применение кольца Геринга.



Кривая 3. Из опыта 19/XII 1927 г. отрезок кривой записан спустя 5,5 мин. от начала записи. Ритм для корешков 35 в мин.; для симпатического нерва—50 в 1 сек. Порог для корешков 81, запись сделана при 60 см. Электроды для симпатического нерва с кольцом Геринга. ↓ отмечает выскоч вследствие случайного толчка, сообщенного перу.



Кривая 4. Из опыта 25/XI 1927 г. Отрезок кривой записан спустя 7,5 мин. от начала. Для корешков метроном 35 ударов в 1 мин., для симпатического нерва ритм 50 в 1 сек. Порог для корешков—79 см, запись сделана при 60 см. Для симпатического нерва электроды с кольцом Геринга.

На кривой 4 мы видим те же отношения, только в еще более резкой форме. Здесь порог 30 см с лишним. Начинается серия раздражений при 30 см и доводится до 8,5 без видимого ветвления тока.

Как видно из кривой, 2 и 3 передвижки (до 22 и 18 см) не дают определенного повышения сокращений, 4—дает громадное повышение, которое довольно быстро и резко начинает падать, 5 передвижка снова подымает кривую и, наконец, 6 (на 1,5 см) только задерживает падение, но сама нового нарастания не дает.

Из этих кривых видно, что зависимость между силой раздражения и величиной (амплитудой) эффекта не подчиняется никакой математической формулировке. Нужно усиление тока до некоторой величины, чтобы оно сказалось заметной разницей в симпатическом эффекте, ниже же этой силы в известных пределах ток действует совершенно одинаково. В получении второй волны при непрерывном раздражении путем усиления тока есть сходство с определением порога раздражимости: здесь так же, как и при определении порога, нужно усилить ток до определенной величины, чтобы получить новую волну, ниже же этой силы все токи являются недействующими, т. е. не вызывающими этой вторичной волны.

Это обстоятельство естественно наводит на мысль, что такая ступенчатость в эффекте есть только результат вовлечения в работу новых симпатических волокон, ранее не действовавших, что до этого вовлечения на вступивших в работу волокнах все действующие токи дают возбуждение одной и той же силы.

Такое допущение не требует обязательного признания для разбираемого случая справедливости закона „все или ничего“, или, лучше сказать, это допущение еще не предрешает того, в какой форме этот „закон“ может быть здесь признан. Повторяя слова А. А. У х т о м с к о г о, можно и применительно к аппарату симпатический нерв — мышца сказать: „Если для каждого физиологического состояния ткани есть „Alles“ и свой „Nichts“, то мы можем согласиться с законом „Alles oder Nichts“ (5), т. е. в данном случае признать, что при одном и том же ритме, при одном и том же состоянии препарата волокна, вступившие в работу при некоторой силе тока, от дальнейшего увеличения последнего практически не увеличивают эффекта.

Получив такие зависимости между силой раздражения и симпатическим эффектом, естественно было попытаться получить такой эффект, который бы с дальнейшим нарастанием силы тока никакого нового увеличения не давал, т. е. получить эффект, аналогичный так называемому максимальному сокращению при раздражении двигательного нерва или мышцы¹.

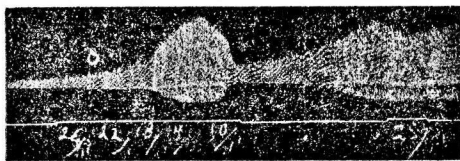
¹ Разобранные соотношения вероятно еще более сложны. Если принять во внимание, что раздражаемые в наших условиях симпатические волокна в значительной своей части делают в нижележащих ганглиях перерыв (место раздражения приблизительно в области 7-го ганглия), то не исключена возможность, что при значительном усилении тока в порядке внеполюсного действия местом возникновения волны возбуждения теперь будет уже не преганглионарное, а постганглионарное волокно (или сама клетка). При более слабых токах волны возбуждения проходят (в известной части волокон) через ганглиозную клетку, что, возможно, отражается и на скрытом периоде, и на величине эффекта и на протекании его во времени. Некоторые кривые как будто подтверждают это предположение. На них (см. кривые 3, 4, 5) отчетливо можно видеть, что эффекты по отношению к силе тока делятся на две группы: на эффекты при слабых и умеренных токах и на эффекты при сильных токах (начиная примерно с 14—10 см). Первые имеют и более длинный скрытый период (см. ниже) и меньшую величину, и, кроме того, как это видно из кривой 5 и как это наблюдается и на других неприведенных кривых, эти эффекты, так сказать, очень легко ранимы и после применения сильных раздражений часто почти или вовсе исчезают. Особенности эффектов при более слабых токах можно объяснить, если допустить, что вставленная на симпатическом пути ганглиозная клетка менее лабильна, чем волокно, и легко впадает в состояние угнетения от сильных токов. Возможно, что обычно применяемые силы раздражающего тока (12—8 см) имеют объектом своего действия, главным образом, постганглионарное волокно.

Беритов в своей работе, которая выше цитировалась (4), говорит о легкой повреждаемости симпатического ствола при применении очень сильных токов (12—8 см), причем им принимаются в расчет только симпатические волокна, хотя можно предполагать, что помимо физического повреждения самого нерва наступает угнетение и нервной клетки в результате тетанизации.

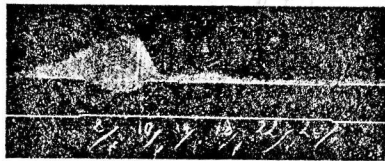
Однако попытка получить такой максимальный эффект встретила с большими трудностями, и она должна была быть оставлена. Дело в том, что, как это, например, видно из приведенной 3-й кривой, усиление тока до 10 см может еще давать значительное нарастание эффекта, но уже 7 см, несмотря на кольцо Геринга, дают (в этом опыте) определенные петли тока на двигательные волокна и впадение мышцы в тетанус. Следовательно здесь область гипотетических сверхмаксимальных раздражений остается неисследованной, и нет уверенности, что эти раздражения не дали бы прироста эффекта по сравнению с эффектами при испробованных силах тока.

В подобной методике ставились опыты в обратном порядке, т. е. сначала давалось сильное раздражение, затем через определенные интервалы оно сменялось на все более и более слабые. Иногда такой опыт видоизменялся в том смысле, что очень сильное раздражение (например 10 см) сразу сменялось раздражением очень умеренным (например 20 см). При данных условиях неизменно наблюдалось ослабление эффекта и ни разу не наблюдалось чего-либо подобного переходу от пессимального раздражения к оптимальному, как в опыте Н. Е. Введенского (6).

Следующая кривая 5 демонстрирует такой опыт.



Кривая 5а.



Кривая 5б.

Кривая 5. Из опыта 24/XI 1927 г. Отрезок кривой „а“ записан через 3 мин. от начала; отрезок „б“ непосредственно за первым. Ритм для корешков—35 в 1 мин., для симпатического нерва—50 в 1 сек. Порог для корешков 91 см; запись сделана при 57 см.

Повторение серии раздражений, начиная со слабых токов, обнаруживает резкое повышение порогов эффекта (см. кривую 5б). Этот факт, а также крутое спадение эффекта при сильных и длительных тетанизациях, говорит о развитии какого-то угнетения в аппарате. Развивается ли оно в каком-нибудь из звеньев аппарата по принципу пессимизма Введенского или мы имели здесь простое повреждение нерва [Беритов (4)], на этот вопрос поставленные опыты не дают прямого ответа.

Если обратить внимание на длительность эффекта, т. е. длину волны, то оказывается, что она практически не зависит от силы раздражения симпатического ствола.

Длительность эффекта при одной и той же длительности раздражения—скажем, в течение 1 мин.—в разных опытах значительно варьирует, что, очевидно, нужно приписать разному состоянию нервно-мышечного прибора у разных препаратов и разным внешним условиям (температура, доставка O₂, если мышца в жидкости, и т. д.), но в одном и том же опыте она при одинаковых условиях раздражения вообще говоря одинакова. Когда мы в раздражении меняем только силу, то длительность эффекта мало меняется, поскольку можно говорить и судить о длительности симпатического эффекта в условиях нашего опыта (см., например, кривые 1 и 4). Таким образом при действии на симпатический нерв токов разной силы, но одной и той же про-

должительности, мы получаем волны разной амплитуды, но приблизительно одной и той же длины.

Что касается характера эффекта, то здесь зависимость от силы раздражения более заметна, чем для длины волны. Мною обращалось внимание на крутизну нарастания и падения и латентный период эффекта.

Из приведенных кривых (см. кривые 1, 3, 4 и 5) видно, что при слабом токе повышение сокращений очень пологое, в то время как при сильном эффект растет и падает очень круто. Иногда при сильных токах эффект нарастает так быстро, что внешне похоже, как-будто эффект появляется скачком (см. кривую 4). Крутизна нарастания и падения вообще параллельна величине эффекта, что естественно вытекает из того факта, что с изменением силы тока длина волны не меняется.

Латентный период симпатического эффекта сильно колеблется в различных опытах и при различных пробах в один и тот же опыт, имея иногда 8—10 сек., иногда же увеличиваясь до 30 сек. и даже более. При этом приходится оговориться, что точно скрытый период для симпатического эффекта определить невозможно вследствие нерезкого начала самого эффекта (особенно для слабых эффектов). Все же и более грубое определение скрытого периода показывает, что при слабых токах латентный период больше, чем при сильных. Измерения латентного периода на кривой 4 дают следующие величины. Для первого раздражения при 30 см—около 33—36 сек., для второго раздражения той же силы, если за начало эффекта считать конец западения кривой перед ее подъемом,—42—45 сек.¹ Для скрытого периода эффекта при первой передвижке до 26 см невозможно дать более или менее надежную цифру, но она во всяком случае гораздо меньше первых приведенных цифр. Скрытый период при передвижке до 14 см около 10—12 сек. При передвижке до 10 см латентный период не поддается точному учету, но по видимому он больше предшествующего. На кривой 5 скрытый период для первого раздражения (при 25 см) примерно 19—21 сек. (4), для двух раздражений при 10 см соответственно 8—10 сек. и 9—11 сек.

Таким образом в данных опытах отчетливо выступает укорочение скрытого периода при усилении тока по крайней мере до известного предела. Но такая ясная разница далеко не всегда может быть констатирована.

Разобранные соотношения между силой раздражающего тока и величиной симпатического эффекта имеют место только при прочих равных условиях и в первую очередь при одинаковом состоянии нервнo-мышечного аппарата, т. е. примерно в одну и ту же стадию утомления.

Если же сравнивать симпатические эффекты (лучше всего по абсолютной величине), полученные в начале опыта, в середине его и в конце, то легко заметить, что величина эффекта не одна и та же, хотя бы сила раздражения оставалась прежней. В начале записи, когда утомление еще не развилось, раздражение симпатического нерва не дает обычно никакого эффекта, позднее на фоне спадения кривой эффекты начинают появляться, растут, в некоторую стадию опыта

¹ Часто при раздражении симпатического нерва перед увеличением сокращений наблюдается кратковременное их уменьшение. Если это западение кривой есть особая фаза симпатического эффекта при некоторых условиях, то латентный период нужно считать до его начала. При этом условии для второго раздражения при 30 см латентный период будет около 30 сек.

достигают наибольшей рельефности, а затем начинают падать. В позднюю стадию опыта нужно применять все более сильный ток, чтобы получить отчетливый эффект или увеличить длительность тетанизации при той же силе. Так как во второй половине статьи к этому явлению я еще вернусь, то здесь не задерживаюсь на его анализе и перехожу к изложению данных о значении длительности раздражения для симпатического эффекта.

II. Значение длительности раздражения

Если при данной силе (выше порога) применять тетанизацию разной длительности, то окажется, что не все раздражения будут действительны. Для каждого данного препарата требуется некоторая минимальная длительность тетанизации симпатического ствола, чтобы вызвать заметный эффект. Эту величину я условно называю порогом длительности. Оказывается, что этот порог длительности для разных препаратов имеет очень различное значение. Встречаются препараты со столь низким порогом длительности, что достаточно секунды и даже менее, чтобы на кривой получилось небольшое, но заметное повышение.¹ С другой стороны, встречаются препараты, на которых заметный эффект дают лишь тетанизации в течение 10—15 сек., а иногда и еще дольше.

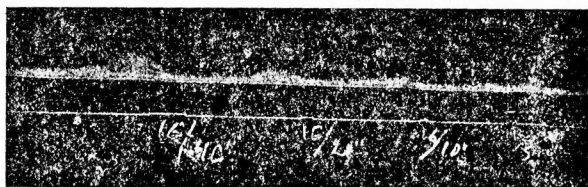
Для определения порога длительности брались значительные силы тока, которые были здесь не опасны, так как в самом характере эффекта была гарантия в том, что получающееся повышение кривой не зависит от петель или униполярного действия тока: при кратковременности раздражения оно целиком падало на латентный период, и даже по прекращении раздражения — в случае очень коротких раздражений — до начала нарастания кривой проходило некоторое время².

Если же определять порог длительности при разных силах, то оказывается, что величина порога длительности с усилением тока уменьшается. Таким образом порог длительности зависит от состояния препарата и силы раздражающего тока.

Если при одной и той же силе тока варьировать его длительность, то в известных пределах величина эффекта будет пропорциональна длительности раздражения.

На кривой 6 мы находим подобные отношения.

Однако, если длительность увеличивается за известные пределы, то дальнейшего нарастания эффекта не наблюдается. Эта предельная длительность, в рамках которой существует пропорциональность (более или менее, конечно) между длительностью раздражения и ве-



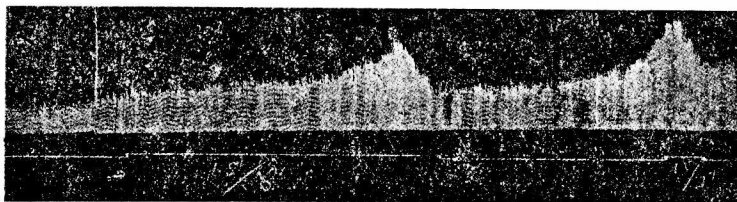
Кривая 6. Из опыта 13/XI 1927 г. Данный отрезок записан спустя приблизительно 2 мин. после кривой 1.

¹ И. А. Ветехин на препарате Левэна получил заметный симпатический эффект даже от одного индукционного удара (7).

² На хорошем препарате симпатические эффекты при коротких раздражениях производят особенно сильное впечатление: раздражение уже окончено, одиночные сокращения еще 10—15 сек. остаются на прежнем уровне и только затем вдруг начинают нарастать и дают обычную типическую волну.

личинной ответа, опять-таки для разных препаратов различна и колеблется примерно от 1 до 2 мин. При длительностях, переходящих за этот верхний рубеж, вслед за достижением максимального подъема кривой последняя с большей или меньшей крутизной начинает падать, но все же это падение обычно меньше, чем падение по прекращении раздражения, так что эффект задерживается на все время раздражения и первое время по прекращении его. На кривой утомления получаются характерные „затяжные волны.“

Удаётся отчетливо различить два типа таких волн. На одних кривых вслед за крутым нарастанием до максимума одиночные сокращения так



Кривая 7. Отрезок кривой из опыта 14/X 1927 г., записанный через 14 мин. от начала. Ритм для корешков 40 в 1 мин. Ритм для симпатического нерва — 40 в 1 сек. Порог для корешков 78 см; запись сделана при 45 см. В конце кривой выскок — результат случайной неравномерности в работе метронома.

же круто начинают падать, примерно на 2-й минуте, но, не достигнув прежнего уровня, изменяют темп падения на чрезвычайно медленный, который и сохраняют вплоть до окончания раздражения. Здесь, через некоторое время по прекращении раздражения, падение еще раз делается более крутым, и кривая достигает уровня, соответствующего этой стадии утомления. В других случаях падение кривой по достижении максимума более пологое и постепенное. Первый тип затяжной волны дан на кривой 7-й, второй — на 8-й.



Кривая 8. Отрезок кривой из опыта 19/1 1928 г., записанный спустя 24 мин. от начала. Ритм для корешков — 40 в 1 мин., ритм для симпатического нерва — 50 в 1 сек. Порог для корешков — 92 см; запись сделана при 50 см.

При учете длины волны обнаруживается, что с увеличением длительности тетанизации увеличивается примерно настолько же и длина волны, т. е., если при одноминутном раздражении волна длится 3 мин., то при 4-минутном она будет равна 6 мин. Таким образом в диапазоне длительностей до 1 мин. амплитуда волны с увеличением длительности тока растет в геометрической пропорции (приблизительно, конечно), длина же волны — в арифметической.

Что касается характера эффекта при разных длительностях раздражения, то опыты показывают следующее.

Латентный период симпатического эффекта не обнаруживает никакой разницы при разных длительностях, чего, конечно, и а priori нужно было ожидать.

Крутизна же нарастания эффекта неодинакова при различных длительностях; она вообще увеличивается с ростом длительностей до некоторого предела, повидимому совпадающего с длительностью, дающей максимальный эффект, и при длительностях больших она остается постоянной. Таким образом крутизна нарастания (и падения) эффекта и здесь идет параллельно с самой его величиной.

Принимая во внимание зависимость величины эффекта и его продолжительности от длительности раздражения, естественно было прийти к представлению, что здесь мы имеем своеобразное явление суперпозиции тех изменений в мышце, которые привносит в нее каждый отдельный импульс, только фазы процесса здесь измеряются секундами, в то время как фазы сокращения под влиянием двигательных импульсов измеряются долями секунды.

При этом представлении каждый симпатический импульс вызывает в мышечном волокне некоторый процесс, который совершает определенную эволюцию, и затем все снова в системе приходит к исходному положению. Длительность этого процесса будет равна длине всей волны, наблюдаемой в эксперименте при более или менее продолжительном раздражении, + скрытый период и — время раздражения, т. е. если длина волны вместе со скрытым периодом при минутной тетанизации равна 3 мин., то продолжительность одиночного процесса будет равна $3 - 1 = 2$ мин. Часть этого времени падает на скрытый период, часть на период нарастания и, наконец, часть на время падения волны.

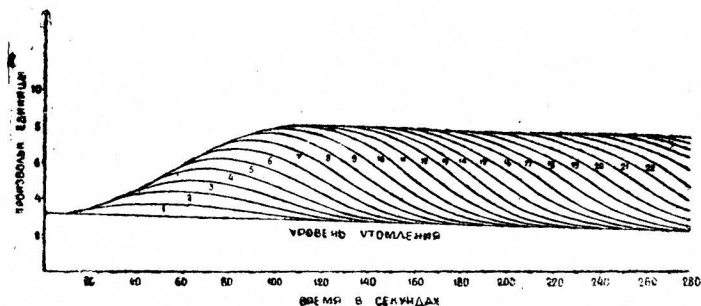


Рис. 1. Схема суперпозиции одиночных процессов в симпатическом эффекте при тетанизации. Объяснения в тексте.

Амплитуда одиночного процесса столь ничтожна, что ничем не обнаруживается на кривой. Нужна более или менее значительная серия одиночных процессов и достаточно сближенных, чтобы путем суперпозиции дать выраженную волну. Подобное представление о суперпозиции позволю себе иллюстрировать приведенным чертежом (рис. 1)

Здесь по оси абсцисс отложено время в секундах, по оси ординат — амплитуда одиночных сокращений мышцы как до начала эффекта, так и в различные фазы развития эффекта, в произвольных единицах. Простоты ради последовательными кривыми (1, 2, 3, 4 и т. д.) отмечены изменения, внесенные в мышечные волокна импульсами первых 10, вторых 10 и т. д. секунд.

В эту схему прекрасно укладываются все явления, наблюдаемые на мышце при раздражении симпатического ствола: и разная длина волн при разной длительности раздражения, и максимум эффекта для известной длительности, и независимость длины от силы, и крутизна нарастания эффекта при разной длительности, и отчасти поведение латентного периода ¹.

¹ С точки зрения этой схемы разная величина латентного периода при токах сильных и слабых, но не всегда выступающая отчетливо, есть кажущееся явление: оно объясняется тем, что при слабых токах начало эффекта маскируется вследствие очень медленного подъема кривой.

Не вполне понятным остается только резкое западение кривой по достижении максимума при длительных раздражениях в случае затяжных волн первого типа. Приходится допустить, что при длительных раздражениях или наступают явления своеобразного угнетения или какого-то истощения или повреждения в симпатическом приборе (нерв, клетка или концевой аппарат в мышце; сравните выше, в первом разделе статьи о пессимуме силы, а также примечание о сложной природе взаимоотношений силы раздражителя и величины ответа).

По поводу приведенной схемы должен еще оговориться, что считаю ее образным выражением некоторых сторон анализируемого явления, которое, конечно, как любой биологический процесс, не может полностью уложиться в схему, данную на основании учета некоторых экспериментальных, хотя бы и закономерно повторяющихся наблюдений. Весьма возможно, например, что амплитуда волны не представляет простой арифметической суммы слагаемых—амплитуд одиночных процессов,—что длина волны тоже не арифметически точно равна длительности одиночного процесса + длительность раздражения и — латентный период, но, выдвигая схему, я главным образом стараюсь ею подчеркнуть возможность самого представления симпатического эффекта на мышце при тетанизации, как результата суперпозиции одиночных процессов. Ведь и суперпозиция одиночных сокращений в мышце повидимому протекает более сложно, чем это следует из первоначального учения о ней Гельмгольца. Однако эта более сложная природа явления не требует отрицания теории суперпозиции, хотя и вызывает необходимость добавлений к ней (8).

Когда раздражения симпатического нерва производятся многократно и на протяжении большого времени, причем утомление мышцы все более и более нарастает, то для вызова той же величины эффекта нужно прикладывать все более и более длительный раздражитель, или при той же длительности раздражения мы получаем все менее и менее выраженный эффект. Эти отношения даны на кривой 9 а и б.

Здесь мы видим, что ближе к началу опыта получается громадный эффект уже при длительности раздражения в 5 сек. Позднее 5 сек. не дают никакого эффекта, и последовательно нужно удлинить раздражение до 15 и 45 сек. для получения сокращений, которых без раздражения симпатического нерва теперь уже нет совсем.

Это явление точно так же, как и аналогичное поведение симпатического эффекта в отношении силы раздражающего тока (см. выше), стоит в связи, с одной стороны, с утомлением самой мышцы, с другой — с каким-то своеобразным угнетением (или повреждением) симпатического аппарата. За первое, т. е. за зависимость явления от утомления самой мышцы, говорят следующие факты. При частичном или полном задушении мышцы, когда утомление развивается резко, т. е. кривая одиночных сокращений падает круче, вплоть до полного их прекращения, симпатические эффекты в конце тоже падают, и для вызова сколько-нибудь заметного повышения кривой или появления сокращений, уже совершенно угасших, нужно прикладывать раздражения очень сильные и очень длительные. Но стоит только дать достаточный доступ кислороду, который вызывает окислительный ресинтез и этим несколько снимает утомление, как симпатические эффекты снова делаются заметными. При обработке мышцы KCl , когда утомление развивается очень быстро, для вызова симпатических эффектов в стадии резкого западения кривой требуются очень сильные и длительные раздражения. Если же на такую мышцу подействовать $CaCl_2$, то очень быстро начнется восстановление, и на фоне его уже умеренные и срав-

нительно короткие токи снова будут давать прекрасные симпатические эффекты ¹.

Что здесь, однако, играет роль и своеобразное угнетение (или повреждение) симпатического аппарата, за это говорит такой факт. На двустороннем препарате раздражается в разные стадии утомления только один симпатический ствол; другой, увлажненный рингером, в это время покоится. В конце опыта раздражаются обе симпатические цепочки одновременно, и теперь оказывается, что та мышца, симпатический нерв которой ранее не раздражался, дает прекрасный эффект в то время, как на противоположной стороне эффект слабо выражен ².

Приведенные факты ясно показывают сложную природу падения симпатического эффекта к концу опыта.

Если сопоставить зависимости симпатических эффектов от силы и длительности раздражения, то невольно бросается в глаза, что эти два ряда зависи-

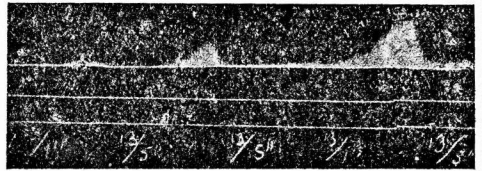
мости в некоторых отношениях близки. Как-будто бы частично сила раздражения эквивалентна его длительности. Это относится к величине эффекта и к крутизне его нарастания, которые как в случае силы, так и в случае длительности увеличиваются с увеличением сравниваемых факторов. Но это сходство повидимому чисто внешнее, так как рост эффекта при увеличении длительности зависит от суперпозиции одиночных процессов, вызванных симпатическими импульсами, в то время как увеличение эффекта с усилением тока, по крайней мере в большей своей части, стоит в связи с вовлечением в возбуждение все новых и новых симпатических волокон.

Общие результаты

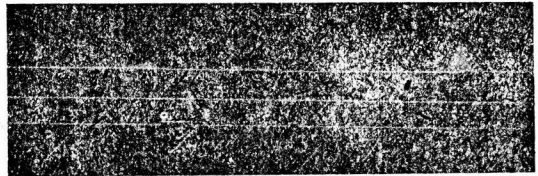
1. Сила раздражения

1. Пороги для силы электрического тока в симпатическом эффекте сильно варьируют, при этом они несколько выше порогов для непрямой возбудимости мышцы.

2. Начиная с порогового тока и выше, наблюдается на первый взгляд пропорциональность между силой раздражения и величиной (амплитудой) эффекта.



Кривая 9а.



Кривая 9б.

Кривая 9. Из опыта 29/VIII—1927. Отрезок „а“ записан спустя 17 мин. от начала; отрезок „б“ непосредственно за отрезком „а“. Ритм для корешков 40 в 1 мин.; ритм для симпатического нерва—80 в 1 сек. Порог для корешков 65 см., запись сделана при 45 см.

¹ Оба эти наблюдения взяты из моей дальнейшей работы: „К вопросу о механизме действия симпатического нерва на поперечнополосатую мышцу.“

² Чтобы не обременять статьи, и без того обильно уснащенной кривыми, не иллюстрирую данного опыта соответствующей миограммой.

3. Применение непрерывного раздражения с постепенным усилением тока показывает однако, что эффект нарастает не постепенно, а ступенчато.

4. Определить порог максимального эффекта и тем более найти optimum силы при данных условиях не удалось, так как при очень сильных токах начинается ветвление, и нет уверенности, что усиление тока не дало бы прироста эффекта.

5. Длительность эффекта (длина волны) не зависит заметно от силы раздражения, так что при одной длительности раздражения с увеличением силы меняется только амплитуда ответа.

6. Крутизна нарастания (и падения) эффекта увеличивается с силой тока и в общем параллельна амплитуде.

7. Латентный период эффекта уменьшается с увеличением силы тока.

8. С развитием утомления мышцы при повторных раздражениях нужен все более и более сильный ток для получения отчетливого эффекта.

II. Длительность раздражения

9. „Порог длительности“ варьирует так же сильно, как и порог силы. Он колеблется от 15—10 сек. до некоторой доли секунды. Для слабых токов порог длительности повышается.

10. Начиная от порога длительности и выше, до некоторого предела наблюдается приблизительно пропорциональность между временем раздражения и амплитудой ответа.

11. При некоторой длительности получается максимум эффекта (амплитуды), который с дальнейшим увеличением длительности уже не растет. Эта длительность для достижения максимума колеблется примерно от 1 до 2 мин.

12. Длина волны восстановления при увеличении длительности тока нарастает в арифметической прогрессии.

13. При очень длительных раздражениях (например 4—6 мин.) получают „затяжные волны“, достигающие максимальной амплитуды в первую или вторую минуту.

14. Крутизна нарастания эффекта с увеличением длительности увеличивается параллельно с увеличением амплитуды.

15. Латентный период с увеличением длительности не меняется.

16. При растущем утомлении требуются все более и более длительные раздражения для получения заметного эффекта.

17. Это явление, как и отмеченное в п. 8, стоит в связи с утомлением мышцы и каким-то угнетением или истощением симпатического прибора.

Поступило в редакцию
26 июня 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов П. А. Гигиена труда № 11, 1927 г. — 2. Гинецинский А. Г. Русс. физиол. журн. т. VI, в. 1—3, 1923 г. — 3. Стрельцов В. В. Там же, т. VII, в. 1—6, 1924 г. — 4. Беригов И. С. Русский физиол. журн. т. XIII, в. 3, стр. 422 и 442, 1930 г. — 5. Ухтомский А. А. Физиология двигательного аппарата, вып. 1, 1927, стр. 26. — 6. Введенский Н. Е. О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе, 1886 г., гл. IV. — 7. Ветохин И. А. Иннервация сосудистой системы задних конечностей лягушки на препарате Löwen'a 1917 г. — 8. Ухтомский А. А. № 5. Глава о тетанусе.

DE BEDEUTUNG DER STÄRKE UND DER DAUER DER ELEKTROLOGISCHEN REIZUNG DES GRENZSTRANGES FÜR DEN SYMPATHISCHEN EFFEKT AM QUERGESTREIFTEN MUSKEL

Von P. A. Nekrassow

Aus der Physiolog. Abteilung des Instituts für Gewerbehygiene und Unfallverhütung (Vorstand der Abteilung—Prof. M. I. Winogradow, Direktor des Instituts—Prof. B. B. Koiransky).

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch gemacht die gegenseitigen Beziehungen zwischen der Stärke und Dauer der elektrischen Reizung des Grenzstranges, einerseits und der Grösse sowie dem Charakter der sympathischen Effekte am ermüdeten Skelettmuskel, andererseits, zu finden.

Die in der Arbeit erhaltenen Angaben gestatten es, folgende Abhängigkeiten festzustellen:

I. Stärke der Reizung

1. Die Schwellen des sympathischen Effekts variieren stark, wobei sie ein wenig höher sind, als die Schwellen für die indirekte Erregbarkeit des Muskels.

2. Vom Schwellenstrom an und höher wird auf den ersten Blick eine Proportionalität zwischen der Reizungsstärke und der Grösse (Amplitude) des Effekts beobachtet.

3. Die Anwendung einer ununterbrochenen Reizung mit allmählicher Verstärkung des Stromes zeigt jedoch, dass der Effekt nicht allmählich, sondern stufenweise zunimmt.

4. Es ist nicht gelungen, die Schwelle des maximalen Effekts zu bestimmen und um so mehr das Optimum der Stärke unter den gegebenen Bedingungen zu finden, da bei sehr starken Strömen eine Verzweigung beginnt, und man nicht überzeugt sein kann, dass die Verstärkung des Stromes nicht eine Zunahme des Effekts ergeben würde.

5. Die Dauer des Effektes (die Wellenlänge) hängt nicht merklich von der Reizungsstärke ab, so dass bei der Reizungsdauer allein mit der Zunahme der Stärke nur die Amplitude der Antwort sich verändert.

6. Die Steilheit des Anstiegs (und der Absinkung) der Effekte vergrössert sich mit der Stromstärke und ist im allgemeinen parallel der Amplitude.

7. Die latente Periode des Effekts verringert sich mit der Zunahme der Stromstärke.

8. Mit der Entwicklung der Ermüdung des Muskels ist ein immer stärkerer Strom nötig, um einen deutlichen Effekt zu erhalten.

II. Dauer der Reizung.

9. Die „Dauerschwelle“ variiert ebenso stark, wie die Schwelle der Stärke. Sie schwankt von 15—10 Sek. bis zu einem gewissen Bruchteil der Sekunde. Für schwache Ströme ist die Schwelle der Dauer höher.

10. Von der Dauerschwelle und höher, bis auf eine gewisse Grenze wird eine annähernde Proportionalität zwischen der Zeit der Reizung und der Amplitude der Antwort beobachtet.

11. Bei einer gewissen Dauer wird das Maximum des Effekts (der Amplitude) erhalten welcher bei der weiteren Zunahme der Dauer sich

schon nicht mehr vergrößert. Diese Dauer für die Erreichung des Maximums schwankt etwa von 1 bis 2 Min.

12. Die Länge der Wiederherstellungswelle nimmt bei der Vergrößerung der Stromdauer in arithmetischer Progression zu.

13. Bei sehr lange dauernden Reizungen (z. B. 4—6 Min.) werden „anhaltende Wellen“ beobachtet, welche die maximale Amplitude in der ersten oder zweiten Minute erreichen.

14. Die Steilheit des Anstiegs des Effekts mit zunehmender Dauer vergrößert sich parallel mit der Vergrößerung der Amplitude.

15. Die latente Periode verändert sich nicht mit zunehmender Dauer.

16. Bei wachsender Ermüdung sind immer länger dauernde Reizungen nötig, um einen merklichen Effekt zu erhalten.

17. Diese Erscheinung, sowie die im P. 8 erwähnte Tatsache, stehen in Zusammenhang mit Ermüdung des Muskels und einer Hemmung oder Erschöpfung des sympathischen Apparates.

Die Abhängigkeit der Amplitude des Effektes von der Stärke des Reizmittels, welche im P. 8 erwähnt wurde, bringt auf den Gedanken, dass der Effekt mit der Verstärkerung des Stromes sich vornehmlich auf Kosten der Heranziehung neuer sympathischen Fasern, aber nicht auf Kosten der Zunahme der Antwort in jedem einzelnen Strukturelement vergrößert, d. h. wir begegnen hier Verhältnisse, welche dem Gesetz „Alles oder Nichts“ entsprechen.

Der Verfasser macht aber den Vorbehalt, dass das Prinzip „Alles oder Nichts“ mit einer gewissen Beschränkung angenommen werden muss: der Effekt vergrößert sich nicht mit der weiteren Verstärkung des Stromes nur bei einem und demselben Rhythmus und bei einem und demselben Zustand des Präparats.

Das Verhalten der Welle bei variierender Reizungsdauer steht in guter Uebereinstimmung mit der Vermutung, dass wir im sympathischen Effekt einen Fall der Superposition der solitären Prozesse haben, welche in der Muskelfaser beim Herantreten des einzelnen sympathischen Impulses entstehen. Bei dieser Vermutung wird die Dauer des solitären Prozesses der Länge der ganzen Welle + latente Periode — Tetanisationszeit gleich sein, d. h. wenn, z. B., die Länge der Welle zusammen mit der latenten Periode 3 Minuten, die Tetanisationszeit aber 1 Minute beträgt, so wird der solitäre Prozess in den Muskelfasern 2 Minuten betragen.

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЕРИЭЛЕКТРОТОНА¹

Д. М. Гедевани

Из физиологической лаборатории Педагогического института (Тифлис)

Впервые периелектротонические изменения возбудимости в нерве были обнаружены проф. Н. Е. Введенским (1), который и дал им это название. Они состоят в следующем: если на нервно-мышечном препарате лягушки, по замыкании постоянного тока, в анодической области получается понижение возбудимости, а в катодической—повышение, то вдали от места приложения поляризующих электродов, на расстоянии 20—30 мм — развиваются противоположные изменения возбудимости; а именно, вдали от анода—повышение возбудимости, а вдали от катода—понижение.

По исследованию одного из учеников проф. Введенского, Васильева (2) — аналогические явления сопровождают не только электронические изменения возбудимости, но наблюдаются и при других локальных изменениях возбудимости в нерве, например при воздействии на нерв химических агентов, понижающих или повышающих возбудимость.

Но в работе Васильева (локальное химическое воздействие) сопряженные изменения возбудимости в отдаленных участках нерва настолько незначительны (2—3 см РК инд. аппарата, спустя 1—1½ часа после начала опыта), что ставить их в связь непременно с изменениями возбудимости в альтерированном участке нерва нет особых оснований.

Вышеописанное явление периелектротона проф. Введенский только описал, не давая ему объяснения.

Но в последнее время проф. Ухтомский (3) считает возможным объяснить это явление с точки зрения развитого им учения доминанты, именно как проявления одного из моментов этого учения—принципа сопряженных изменений возбудимости.

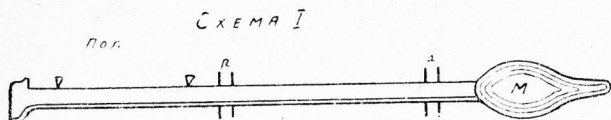
Безусловно, такая тенденция объяснить еще не вполне исследованное явление с точки зрения теории доминанты не является правильной, а потому проф. И. С. Беритов и предложил мне всесторонне исследовать явление периелектротона.

Методика

Опыты производились в январе—феврале 30 и 31 гг. на г. esculenta v. rid. Приготавливался обычным способом нервномышечный препарат isch-gastr. Поляризующие электроды (межполюсное расстояние 1½ см). „Пол“ на схеме (1) прикладывались к plex. lumb. у самого позвоночника; через них замыкался постоянный ток. Для исследования электротонических изменений возбудимости, у нижнего (ближайшего к мышце) полюса, на расстоянии 2—3 мм от него, прикладывались раздражающие электроды „р“ (проксимальные—межполюсное расстояние 2 мм). Для исследования периелектротониче-

¹) Когда статья была уже набрана, в редакцию поступило добавление к ней, которое будет напечатано в вып. 1 XVI тома (1933 г.).

ских изменений возбудимости раздражающие электроды „d“ (дистальные—межпол. раст. 2 мм) прикладывались к нерву у самой мышцы; или же один полюс накладывался на сухожилие, а другой—на проксимальный конец мышцы, благодаря чему создавалась возможность наблюдать изменения возбудимости и в нервных окончаниях мышцы. Таким образом эти дистальные электроды находились на расстоянии 20—30 мм от поляризующих электродов. Расположение всех 3 пар электродов показано на схеме 1.



Пол.—поляризующие эл-ды, p—проксимальные эл-ды, d—дистальные эл-ды. M—мышца.

Исследование возбудимости ближайшего и отдаленного от поляризующих электродов участков нерва можно было производить быстро вслед друг за другом, благодаря включению в цепь переключателя Wirre.

Нервно-мышечный препарат помещался, вместе с 3 парами электродов, во влажную камеру. Запись мышечных сокращений производилась изотоническим или же изометрическим миографом.

Время раздражения инд. током отмечалось опусканием электромагнитного сигнала (на кривых—верхняя линия). Время пропускания постоянного тока через нерв—также опусканием другого электромагнитного сигнала (нижняя линия). Цифры на кривых показывают расстояние катушек

в см для индукционного тока, и соответственно — деления компенсатора (в см), для постоянного тока. Стрелки на сигнальных линиях, направленные вниз, указывают на нисходящий ток, направленные вверх—на восходящий.

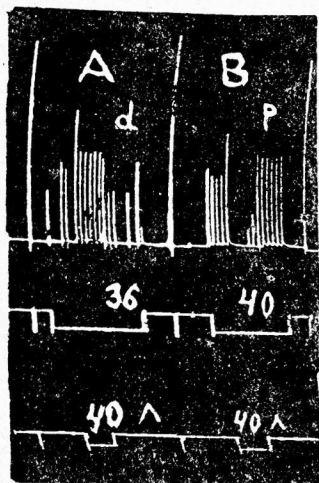
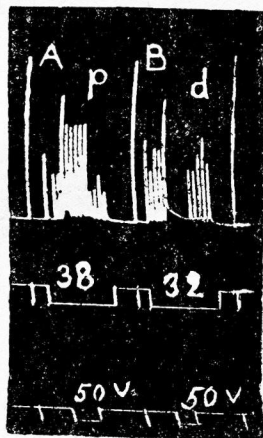


Рис. 1. Оп. № 16. 23-I-31 г. Н.-мыш. преп. Поляризующие эл-ды около позвоночника. Раздражающие проксимальные на расстоянии 3 мм от поляризующих. Дистальные около мышцы на расстоянии 28 мм от поляризующих. Постоянный ток—восходящий. На рис. видно, что сокращения, вызванные раздражением проксимального уч-ка, тормозятся под влиянием анода (электрод—B). Сокращения же, вызванные с дистального уч-ка—усиливаются (перизлектрод—A).

Источником постоянного тока служил 2 в. аккумулятор, причем силу тока можно было варьировать при помощи включенного в цепь компенсатора. Для раздражающих электродов ток получался из инд. катушки Д—Б—Р, причем источником тока служил также 2 в. аккумулятор.



Результаты опытов.

Для получения перизлектротона мы поступали следующим образом: вначале раздражался ближайший к поляризующим электродам экстраполярный участок нерва, субмаксимальными одиночными индукционными ударами (120 уд. в 1 мин.). Во время же раздражения, спустя несколько секунд, включался через поляризующие эл-ды постоянный ток, а спустя короткое время—выключался. Сила тока при 2 в. аккумуляторе—10—15 делений линейки компенсатора. Миографическая запись показывает в этом участке типичные электротонические изменения (рис. 1 Б, 2 А).

Сейчас же после этого вся вышеописанная процедура повторялась, но уже с раздражением дистального участка нерва; в этом участке все явления оказываются обратными электротону: если ток восходящий, то, под влиянием анода, субмаксимальные сокращения; в момент включения постоянного тока

Рис. 2. Оп. № 17. 24-I-31 г. Условия те же, что и на рис. 1. Только постоянный ток—нисходящий. На рис. видно, что под влиянием катода возбудимость в проксимальном уч-ке повышается (А), а в дистальном — понижается (B).

внезапно возрастают в силе и достигают высоты максимальных сокращений, после выключения постоянного тока сокращения падают обычно ниже начальных. При нисходящем токе, под влиянием катода, субмаксимальные, а иногда и максимальные сокращения, сходят на-нет, что указывает на сильное понижение возбудимости в этом участке; после выключения постоянного тока сокращения возрастают и обычно становятся выше начальных (рис. 1 А, 2 В).

Периэлектротон не появляется, когда нет ясно выраженного электротона. Однако, электротон без сопутствующего ему периэлектротона может иметь место (рис. 3, 4).

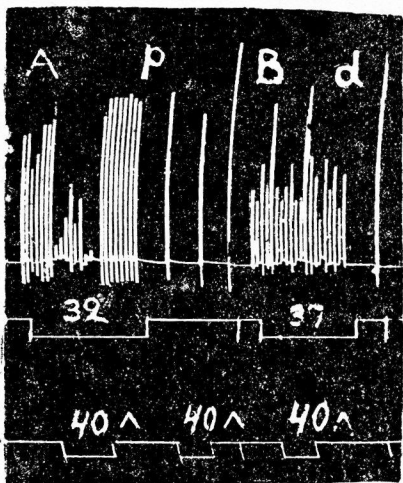


Рис. 3. Оп. № 11 16-I-31 г.

Н.-мыш. преп. Поляризующ. эл-ды около позвоночника. Раздр. проксим. в экстраполярн. уч-ке на раст. 3 мм от поляризующих. Дистальные — около мышцы. Постоянный ток — восходящий.

На рис. видно, что несмотря на ясно-выраж. электротон (А) в дистальном уч-ке никаких изменений возбудимости не наступает (В).

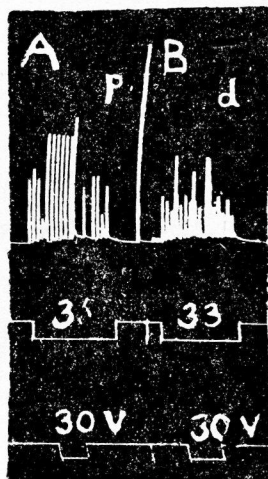


Рис. 4. Оп. № 11. 16-I-31 г.

Условия те же, что и на рисунке 1. Только поляризующ. ток — нисходящий. Видно, что, несмотря на электротон в проксим. уч-ке (А), в дистальном нет никаких изменений возбудимости (В).

Проф. Введенский считает, что в холодное зимнее время периэлектротон получить невозможно; он ставит это в связь с тем, что и электротон в это время получается с трудом.

По нашему наблюдению это объясняется охлаждением лягушек, так как, как это выяснилось из наших опытов, периэлектротон можно получить и на зимней лягушке, если ее предварительно, до операции, подержать в теплой воде. Следовательно, наличие хорошего кровообращения до операции у предназначенной для опыта лягушки имеет большое значение. Вероятное объяснение этого явления будет дано ниже. Таким образом нами был найден способ получения периэлектротонических явлений во всякое время года.

Новым в наших опытах, по сравнению с опытами проф. Введенского, было то, что мы применяли помимо изотонической записи мышечных сокращений и изометрическую. Оказалось, что периэлектротон может хорошо быть записан также изометрическим путем (рис. 5).

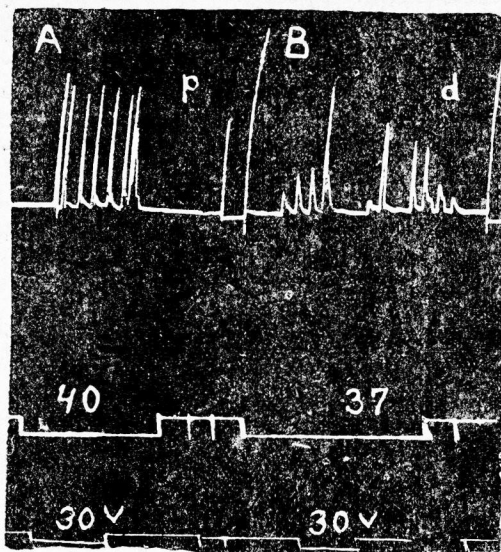


Рис. 5. Оп. № 12. 17-I-31 г. Запись изометрическая.

Вначале раздражается проксимальный участок подпороговым раздражением. Под влиянием катода появляются максимальные сокращения (А).

Сокращения же, вызванные с дистального участка нерва, под влиянием катода тормозятся (В).

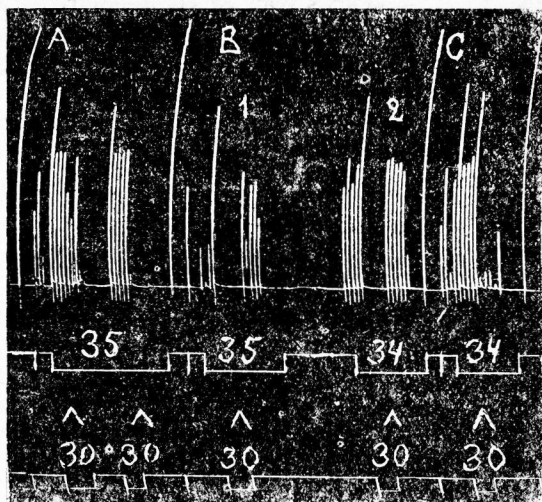


Рис. 6. Оп. 18. 26-I-31 г.

На расстоянии 28 мм от поляриз. эл-ов анод дает повышение сокращений (перизлектротон — А). При приближении поляриз. эл-ов к этому участку до 19 мм анод дает электротон (сокращ. тормозятся) (В 1, 2). При отодвигании поляриз. элек-ов до 25 мм анод опять повышает сокращения (перизлектротон) (С).

Нужно добавить, что перизлектротонические явления получаются в том случае, если раздражающие элект-ды расположены от поляризующих на расстоянии 20-30 мм; при приближении поляризующих электродов к раздражающим ближе чем на 20 мм перизлектротон обычно переходит в электротон (рис. 6).

С целью выяснения происхождения перизлектротонических явлений мы, в одной серии опытов, приступили к выяснению интересовавшего нас вопроса: имеется ли функциональная связь между изменениями возбудимости в электротоническом и перизлектротоническом участках нерва.

Получив обычным способом перизлектротонические явления в дистальном конце нерва, при прикладывании постоянного тока к участку нерва у позвоночника, мы смазывали аммиаком или же 5% кокаином небольшой участок нерва (2 мм) на границе электротона и перизлектротона.

Спустя некоторое время проводимость (проведение возбуждения) в этом участке совершенно исчезла; это подтверждается тем, что при порогах в 40 см до отравления эффекты могли быть получены только при сближении катушек до 10 см, что является результатом распространения петель тока через отравленный участок на неотравленный дистальный участок нерва (рис. 7 С).

Несмотря на это постоянный ток, приложенный выше места отравления, продолжает давать в дистальном участке нерва перизлектротонические эффекты обычно при той же силе поляризующего тока, что и до отравления (рис. 7 Д).

Таким образом несмотря на полное нарушение физиологической проводимости нерва между электротони-

ческим и периелектротоническим участками периелектротон все же остается.

Уже эти опыты с очевидностью доказывают, что периелектротон ни в какой функциональной связи с изменениями возбудимости в электротоническом участке нерва не стоит, что это есть явление, имеющее свои причины, которое в известных условиях сопутствует электротону.

В следующей серии опытов мы выясним самую причину возникновения периелектротона.

Вообще говоря, в случае нарушения физиологической проводимости (вследствие альтерации) на границе электротона и периелектротона, замыкание — размыкание поляризующего тока выше альтерированного участка не производит сокращения мышцы (рис. 7 а). Но, если увеличить силу поляризующего тока, можно добиться, что на замыкание — размыкание выше альтерированного участка мышца будет сокращаться; в случае нисходящего тока замыкательное сокращение меньше размыкательного сокращения, а в случае восходящего замык. сокрац. больше размык. сокращения, т. е. как-раз наоборот тому,

что наблюдается на нормальном нерве (рис. 8, 9): это обстоятельство указывает, что в дистальном участке нерва мы имеем электрический ток, который имеет направление, противоположное поляризующему и что сокращение мышцы нужно приписать раздражающему действию этого тока.

При отнятии дистальных электродов вышеописанные сокращения исчезали (рис. 10 А), при прикладывании же дистальных электродов к нерву они снова появлялись, причем не имело значения, были связаны электроды с катушкой или нет (рис. 10 В).

Это последнее явление мы объяснили так: электрический ток, распространяющийся по нерву, в местах соприкосновения с металлом электрода выходит из нерва в электрод и входит обратно в нерв, избирая этот путь, как путь наименьшего сопротивления.

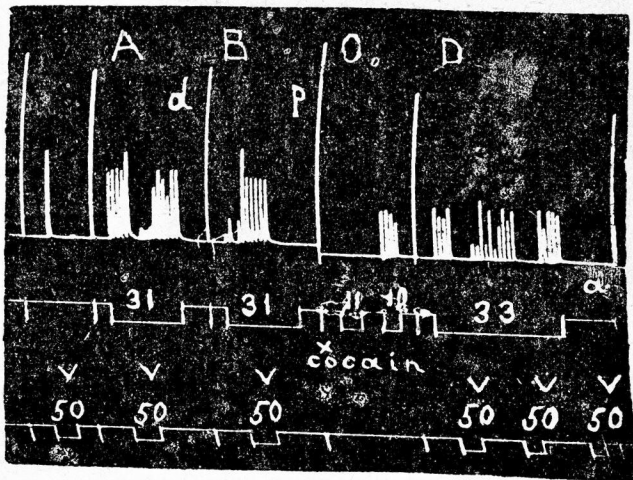


Рис. 7. Оп. № 17-1-31 г.

Н.-мыш. преп. Поляризующие эл-ды около позвоночника. Проксимальные на расст. 3 мм от них. Дистальные на расст. 28 мм. Поляризующий ток — нисходящий.

Под влиянием катода сокращения от дистального участка тормозятся (периелектрон) (А), сокращения от проксимального — повышаются (электротон) (В). После смазывания сосаи на границе перитон и электротон возбуждение через умерщвленный уч-к не проходит; петли тока с проксимального эл-да переходят только при 10 см.

РК; порог до альтерации был 40 см (С). Несмотря на это замыкание постоянного тока выше умерщвленного уч-ка продолжает давать ниже этого участка периелектрон (Д). Замыкание — размык. отдельно постоянного тока той же силы эффекта не дает (а). На рисунке также видно, что после альтерации нерва, для получения периелектрона, усилить постоянный ток не приходится.

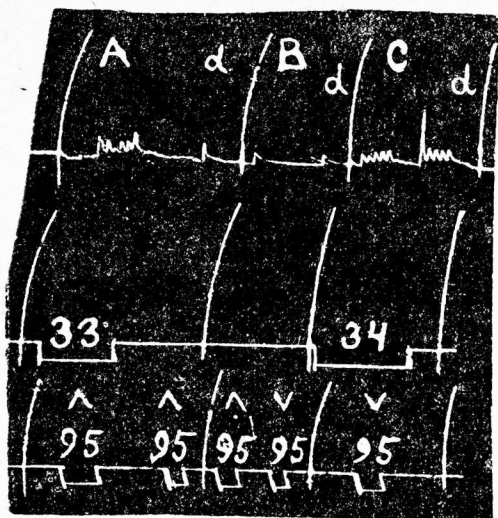


Рис. 8. Оп. №12. 18-I-31 г.

Участок нерва на границе электротона и периел-на умерщвлен аммиаком. Несмотря на это прикладывание анода выше умерщвленного участка дает повышение (А), а катод—торможение сокращений (С) (периелектротон). На рис видно, что анод дает только замыкательное сокращение (В), а катод—размыкательное (В).

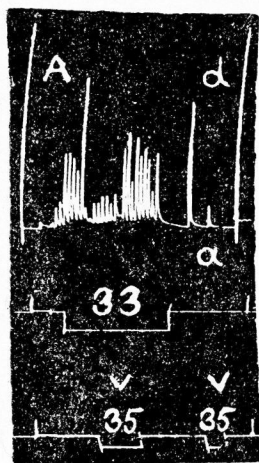


Рис. 9а.

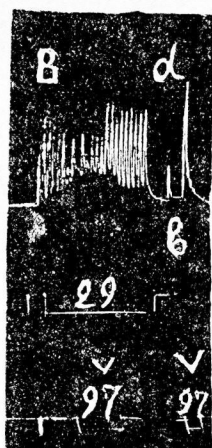


Рис. 9б.

Рис. 9. Оп. № 7 с. 3-1-31 г.

Под влиянием катода на дистальном конце нерва получается периел-н (А), прикладывание постоянного тока отдельно дает при нисходящем токе нормальную формулу—замыкание больше размыкания (а). После умерщвления пограничного участка периелектротон продолжает получаться (В), но теперь прикладывание постоянного тока отдельно дает извращенную формулу для нисходящего тока — размыкание больше замыкания (в).

Кроме того, была возможность отнести этот ток в другой нервномышечный препарат, для чего мы применили следующую методику (см. схему II).

На дистальные раздражающие эл-ды накладывался, помимо исследуемого нерва (А), на некотором расстоянии от него также нерв другого нервно-мышечного препарата (В). Записывались сокращения обеих мышц. Во время этих сокращений включался в первый нерв (А) полярирующий ток. При этом получился следующий эффект:

В то время как исследуемый нервно-мышечный препарат (А) показывал обычные периелектротонические эффекты, контрольный препарат (В) давал эффекты противоположного характера; например, как это видно из рисунка, в то время как анод на исследуемом препарате вызывает повышение, на контрольном наблюдается понижение возбудимости (рис. 11).

Таким образом контрольный нерв показывает те же изменения возбудимости, которые наблюдаются в электротоническом участке исследуемого нерва; что доказывает, что в нервных оболочках (откуда собственно и отводится ток) периелектротонического участка протекает ток того же направления, что и полярирующий; отсюда же следует (см. схему III), что в осевых цилиндрах ток должен иметь обратное направление.

Так, если отводить аналогичным образом ток от электротонического участка (см. схему II и III), контрольный нерв показывает изменения возбудимости, обратные исследуемому нерву, т. е. когда при аноде исследуемый нерв показывает понижение возбудимости, контрольный нерв показывает повышение (рис. 12).

Рассмотрение результатов

На основании всего вышеизложенного материала мы объяснили возникновение периелектротонических изменений возбудимости следующим образом: известно, что экстраполярные электротонические токи и связанная с ними поляризация на границе осевых цилиндров и их оболочек распространяется на известное расстояние от поляри-

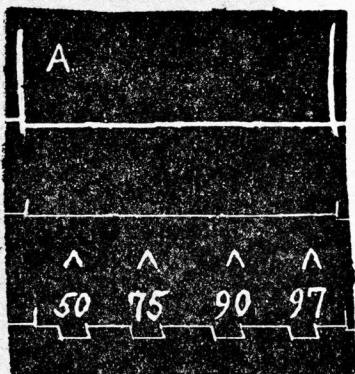


Рис. 10а.

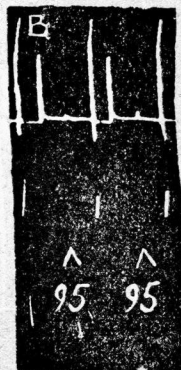
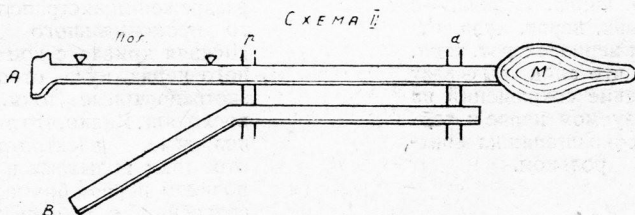


Рис. 10б.

Рис. 10. Оп. № 5. 1-1-31 г. Записано после альтерации.

На рис. видно, что при замыкании — размыкании постоянн. тока выше умерщвленного участка мышца не сокращается (А). Но стоит приложить дистальные эл-ды к нерву, как сокращения появляются (В)

зующих электродов; если экстраполярные токи распространились на значительный участок нерва, то, попав в осевые цилиндры, они ответвляются также и по направлению к мышце (см. схему III), достигнув нервных окончаний в мышце, они выходят из осевых цилиндров и



Пол — полярирующие эл-ды, р — проксимальные эл-ды; д — дистальные эл-ды М — мышца; А — исследуемый нервно-мыш. препарат; В — контрольный нервно-мыш. препарат.

В случае накладывания контрольного нерва на проксимальные эл-ды, в контрольный нерв (В) отводятся электротонические токи. В случае накладывания его на дистальные эл-ды — периелектротонические.

пройдя мышечное вещество, переходят на оболочки нерва; возвратившись по оболочкам до крайнего места вхождения в осевые цилиндры экстраполярных электротонических токов, они вливаются в общий поток этих токов.

Вышеупомянутое ответвление тока, будучи по направлению обратным сравнительно с поляризующим (см. схему III, В), при прохождении по осевым цилиндрам дистального отрезка нерва будет вызывать

в нем обратные электротону явления. При уничтожении проводимости нерва на границе периелектротона периелектротон не исчезает, потому что нарушение физиологической проводимости еще не предполагает нарушения проводимости физической (в смысле электропроводности). Потому-то ответвление периелектротонического тока имеет место также после прекращения физиологической проводимости.

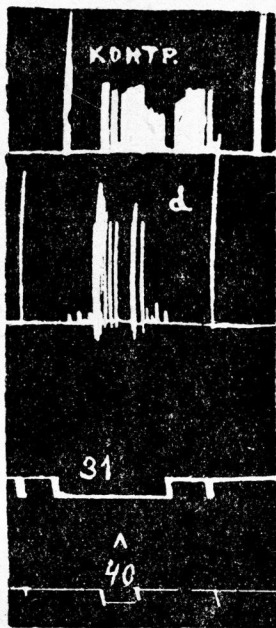


Рис. 11. Оп. № 3. 26-I-31 г. Нижняя кривая — запись при раздраж. дистальн. участка нерва. Верхняя — с контролн. нерва, куда отводятся периелектрот. токи. Видно, что анод вызывает повышение сокращений на поляризуемом нерве и тормозит сокращения на контрольном.



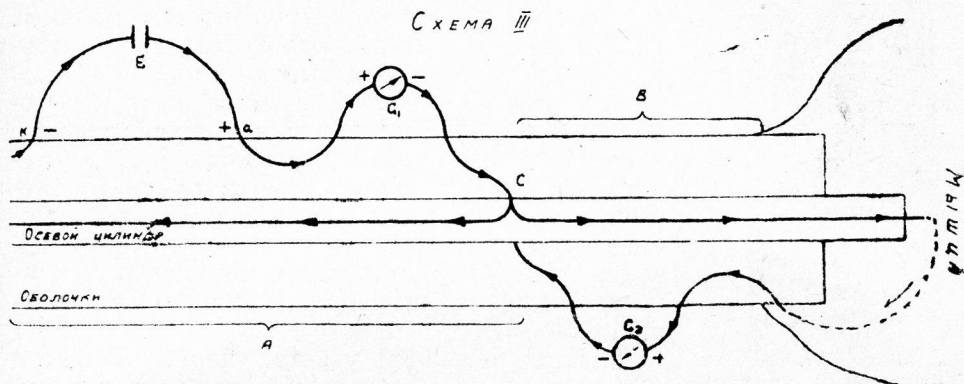
Рис. 12. Оп. № 23. 39-I-31 г. Верхняя кривая — запись мышечных сокращений при раздражении экстраполярного проксимального участка. Нижняя кривая с контрольного нерва, куда отводятся экстраполярные токи. Ток восходящ. Видно, что экстраполярные электротонические токи вызывают в контрольном нерве обратные, по сравнению с основным током, изменения.

Если принять во внимание это толкование, становится ясным, почему согревание лягушки, в связи с наличием хорошего кровообращения до операции, может помочь, как это уже отмечено выше, получению периелектротонических явлений. Этот фактор, т. е. расширенные сосуды, наполненные кровью, известным образом содействует распространению поляризации в нерве и тем самым благоприятствует возникновению периелектротона.

Интересно, что после уничтожения проводимости нерва, под влиянием отравления, на границе электротона и периелектротона, приближение поляризующих эл-дов даже вплотную к отравленному участку уже не вызывает перехода периел-на в электротон; а именно в этих случаях периел-н начинается сейчас же за отравленным участком

(рис. 13) и простирается до самой мышцы. В то же время, до отравления, как это явствует из I главы, периелектротонические явления получаются только в том случае, если расстояние между раздражающими и поляризующими электродами больше чем 20 мм (рис. 6).

Мы подходим к объяснению этого явления следующим образом: как известно, в умерщвленном нерве поляризация на границе осевых цилиндров и их оболочек не происходит, а потому весь поляризующий ток свободно вступает в осевые цилиндры на месте же приложения полюсов; таким образом, если даже приближать поляризующие



E — источник постоянного тока. K_1a — полюса поляризующих эл-ов. G_1 — измерит. инструмент, куда отводятся электротонические токи с оболочек. G_2 — измерит. инструмент, куда отводятся периелектротонические токи с оболочек. A — участок нерва с электротоническими изменениями возбудимости. B — участок нерва, с периелектротоническими изменениями возбудимости. C — место отщвления периелектротонических токов.

Схема показывает, что токи, отводимые с оболочек периелектротонического участка имеют направление, обратное тому току, который протекает в осевых цилиндрах того же участка. Точно так же и токи, отведенные с оболочек периелектротонического участка, указывают на то, что в осевых цилиндрах протекает ток обратного им направления. Схема показывает и то, что в случае отведения этих токов в контрольный нервно-мыш. препарат электротонические токи будут вызывать в последнем изменения возбудимости, обратные тем, которые наблюдаются в электротоническом участке исследуемого нерва (см. полюса G_1), а периелектротонические токи — такие же изменения возбудимости как в электротоническом участке (см. полюса G_2).

эл-ды хотя бы вплотную к умерщвленному участку, экстраполярные электротонические токи не будут заходить за умерщвленный участок и, следовательно, не будут мешать возникновению периелектротонических токов. На нормальном же нерве, при приближении поляризующих электродов к дистальному участку нерва, поляризация и связанные с ней электротонические токи распространяются до самих нервных окончаний в мышце; это и обуславливает в таких случаях переход периелектротона в электротон на нормальном нерве.

Из полученных нами данных видно, что периелектротонические изменения возбудимости физиологически не связаны с электротоном, а потому и не являются подтверждением одного из моментов доминантной теории — принципа сопряженных изменений возбудимости, как это думает проф. Ухтомский. Скорее здесь оправдывается противоположная точка зрения проф. И. С. Беритова (4, 5), что локальные изменения возбудимости в тканях сами по себе не могут вызывать никаких изменений возбудимости в других участках этой ткани; что хотя периелектротон и наблюдается одновременно с электротоном

троном, однако это явление объясняется не принципом сопряженных изменений возбудимости, а тем, что при поляризации определенных участков нерва в отдаленных от него участках протекает электрический ток обратного направления, вызывающий обратные электротонические изменения возбудимости.

Выводы

С целью всестороннего исследования периелектротонических явлений нами было произведено несколько серий опытов на нервно-мышечном препарате лягушки по методу проф. Н. Е. Введенского. Это исследование привело нас к следующим выводам:

1. Периелектротонические явления на нервно-мышечном препарате лягушки можно получить, в противоположность утверждению проф. Введенского, и в зимнее время; для этого необходимо лягушку, предназначенную для операции, предварительно подержать в теплой воде; следовательно наличие хорошего кровообращения у лягушки до операции имеет большое значение.

2. Если смазывать участок нерва аммиаком или кокаином на границе электротона и периелектротона до умерщвления нерва в этом участке, то, понятно, физиологическая проводимость в этом участке нерва исчезнет; однако, поляризующий ток, приложенный выше умерщвленного участка, продолжает вызывать периелектротонические изменения возбудимости в дистальном участке нерва.

3. При замыкании—размыкании поляризующего тока достаточной силы выше умерщвленного участка получается извращенная формула закона сокращений Пфлюгера: это доказывает, что в осевых цилиндрах периелектротонического (дистального) участка нерва протекает такой ток, который имеет обратное направление по сравнению с межполюсным участком.

4. При отведении тока с периелектротонического участка исследуемого нерва в любой другой нерв (контрольный) в этом последнем получаются те же изменения возбудимости, что и в поляризуемом участке исследуемого нерва: это указывает, что в оболочках периелектротонического участка исследуемого нерва протекает ток, который имеет то же направление, что и в межполюсном участке, а, следовательно, в осевых цилиндрах — обратное.

5. При аналогическом отведении с экстраполярного электротонического участка в контрольном нерве получаются обратные электротонические изменения возбудимости; это доказывает, что в оболочках электротонического участка исследуемого нерва протекает ток, который имеет обратное направление по сравнению с межполюсным участком, а, следовательно, в осевых цилиндрах такое же, как и в межполюсном.

6. При приближении поляризующих электродов к умерщвленному участку даже вплотную периелектротон за этим участком все-таки

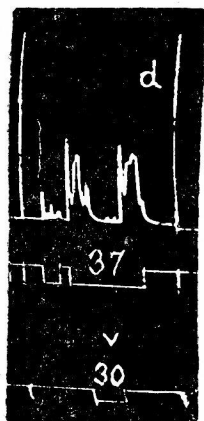


Рис. 13. Оп. № 17. 24-I-31 г. Н. - мышечный препарат. Участок нерва на границе электротона и периелектротона умерщвлен. Поляризующие эл-ды, привинуты вплотную к умерщвленному участку. Раздражающие эл-ды около мышцы. Постоянный ток — нисходящий.

На рисунке видно, что, несмотря на приближение поляризующих эл-ов близко к мышце, за умерщвленным участком периелектротон все же остается: тетанус мышцы тормотизит под влиянием катода.

остается. При подобном же приближении на нормальном нерве поляризующих электродов к мышце (ближе чем на 20 мм) периелектротон исчезает, переходя в электротон.

7. Из всех этих данных следует, что периелектротон не находится в функциональной связи с изменениями возбудимости в электротоническом участке нерва (с электротоном); что периелектротон вызывается вышеупомянутым током обратного направления, который представляет собой, видимо, ответвление поляризующего тока: ответвленный ток проходит через дистальные отрезки осевых цилиндров и, пройдя мышечное вещество, замыкается обратно по нервным оболочкам.

8. Моменты, благоприятствующие распространению поляризации (тепло, наличие хорошего кровообращения до операции) и тем самым улучшающие условия для ответвления токов, благоприятствуют возникновению периелектротона.

9. Отмеченное в параграфе 6 явление объясняется тем, что в умерщвленном участке нерва поляризация на границе осевых цилиндров и оболочек не имеет места, а потому электротонические токи по оболочкам нерва через этот участок не переходят и не мешают возникновению периелектротона за умерщвленным участком.

На нормальном же нерве, при приближении поляризующих эл-ов, поляризация распространяется до самой мышцы, что ведет к распространению электротонических токов на дистальный участок нерва: это обуславливает переход периелектротона в электротон.

10. Таким образом утверждение Ухтомского, Васильева и др., считающих, что периелектротоническое изменение возбудимости представляет сопряженное (физиологически) с электротоническими изменениями возбудимости явление—не находит фактического обоснования.

Считаю своим долгом выразить искреннюю благодарность многоуважаемому проф. И. С. Беритову за предложенную тему и постоянное руководство в работе.

Поступило в редакцию
15 июля 1931 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Е. Введенский. Изв. Росс. Академии наук 1920 333 — 2. Л. Л. Васильев. Доклад на зас. Физиол. о-ва, Ленинград, 1924 — 3. А. Ухтомский. Выст. на 3 Всесоюзн. съезде физиологов, Москва, 1928.—4. И. Беритов и О. Нивинская. Медико-биологич. журн. 1925, 4, 108. — 5. И. Беритов. Мед-биолог. ж. 1927.

ÜBER DIE ENTSTEHUNG DES PERIELEKTROTONUS

Von *D. Gedewani*

Aus d. physiolog. Labor. d. Pädagogisch. Inst. (Tiflis)

Zum Zwecke der allseitigen Untersuchung der perielektronischen Erscheinungen haben wir einige Serien von Versuchen mit Nerven-Muskelpräparaten nach der Methoden von Prof. W e d e n s k y ausgeführt. Diese Untersuchungen führten uns zu folgenden Schlüssen:

1. Perielektronische Erscheinungen an Nerven-Muskelpräparaten des Frosches kann man, im Gegensatz zu der Behauptung Prof. W e d e n s k y's auch im Winter erhalten (Abb. 1 A, 2 B); dazu braucht man nur den zur Operation bestimmten Frosch vorher in warmem Wasser zu halten;

2. Wenn ein Nervenabschnitt auf der Grenze zwischen dem Elektrotonus und dem Perielektronus mit Ammoniak oder Kokain bis zur Abtötung benetzt wird, so verschwindet selbstverständlich in diesem Abschnitt die physiologische Leitung; jedoch ruft der polarisierende Strom wieder perielektronische Erregbarkeitsveränderungen im entfernten Abschnitt des Nerven hervor, wenn er über den abgetöteten Abschnitte angewandt wird. (Abb. 7 D).

3. Beim Schlessen und Unterbrechen des polarisierenden Stromes von genügender Stärke über dem abgetöteten Abschnitt erhält man eine veränderte Formel des Verkürzungsgesetzes von Pflüger (Abb. 8 B, 9 b): dieses bewist, dass in den Axenzylindern des perielektronischen (entfernteren) Nervenabschnittes ein Strom fließt, der eine entgegengesetzte Richtung im Vergleich mit dem intrapolaren Abschnitt hat.

4. Beim Ableiten des Stromes aus dem perielektronischen Abschnitt des zu untersuchenden Nerven in einen beliebigen anderen Nerv (Kontrollnerv) (Abb. II) entstehen in diesem dieselben Erregbarkeitsveränderungen, wie im polarisierten Abschnitt des zu untersuchenden Nerven: (Abb. 11) dieses weist darauf hin, dass in den Hüllen des perielektronischen Abschnittes ein Strom fließt, der dieselbe Richtung hat, wie im intrapolaren Abschnitt, also folglich ist in den Axenzylindern ein Strom mit entgegengesetzter Richtung (Abb. III — G₂).

5. Beim analogen Ableiten vom extrapolaren elektrotonischen Abschnitt (Abb. II) entstehen im Kontrollnerven die den elektrotonischen entgegengesetzten Erregbarkeitsveränderungen: (Abb. 12) dieses beweist, dass in den Hüllen des elektrotonischen Abschnittes des zu untersuchenden Nerven ein Strom fließt, der eine entgegengesetzte Richtung im Vergleich mit dem intrapolaren Abschnitt hat, also folglich ist in den Axenzylindern ein Strom mit ebensolcher Richtung wie im intrapolaren (Abb. III — G₁).

6. Bei der Annäherung der polarisierenden Elektroden an den abgetöteten Abschnitt sogar fast daran, bleibt der Perielektronus hinter diesem Abschnitt dennoch bestehen (Abb. 13). Bei ebensolcher Annäherung der polarisierenden Elektroden am normalen Nerven (näher als auf 20 m/m an den Muskel) verschwindet der Perielektronus (Abb. 6. A) indem es in den Elektrotonus (Abb. 6 B-1,2) übergeht.

7. Aus all den Tatsachen folgt, dass der Perielektronus in keiner funktionalen Bindung mit den Erregbarkeitsveränderungen im elektrotonischen Nervenabschnitt (mit dem Elektrotonus) steht; dass der Perielektronus durch den obenangeführten Strom entgegengesetzter Richtung hervorgerufen wird, der wahrscheinlich eine Abzweigung des polarisierenden Stromes darstellt: (Abb. III) der abgezweigte Strom geht durch die distalen Abschnitte der Axenzylinder und nach dem Passieren des Muskels zurück durch die Nervenhüllen.

8. Die Momente, die der Verbreitung der Polarisation günstig sind (die Wärme, ein guter Blutkreislauf vor der Operation) und daher die Bedingungen für die Stromabzweigung verbessern, begünstigen auch das Entstehen des Perielektronus.

9. Die im § 6 vermerkte Erscheinung kann dadurch erklärt werden, dass im abgetöteten Nervenabschnitt keine Polarisation auf der Grenze der Axenzylinder und der Hüllen stattfindet, und deshalb keine elektrotonischen Ströme durch die Nervenhüllen in die Abschnitt gehen und das Entstehen des Perielektronus hinter dem abgetöteten Abschnitt nicht verhindern.

Am normalen Nerven jedoch verbreitet sich die Polarisation beim Annähern der polarisierenden Elektroden bis zum Muskel selbst und solches führt zur Verbreitung der elektrotonischen Ströme auf die distalen Abschnitte des Nerven: das bewirkt den Übergang des Perielektronus in den Elektrotonus.

10. Somit findet die Behauptung vom Uchtomsky, Wassiljew²⁾ und anderen, dass die perielektronischen Erregbarkeitsveränderungen eine mit den elektrotonischen Erregbarkeitsveränderungen verbundene Erscheinung sei — keine faktische Begründung.

К ВОПРОСУ О ЛОКАЛИЗАЦИИ УТОМЛЕНИЯ В РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГЕ

Ю. М. Уфлянд и М. Я. Михельсон

Из физиологической лаборатории 2-го Ленинградского медицинского института
(заведующий — проф. Ф. Е. ТУР)

1

При исследовании работы рефлекторного аппарата до отказа (при утомлении, отравлении стрихнином или фенолом) большинство авторов склоняется к тому мнению, что прекращение деятельности рефлекторных центров связано с изменениями в сенсорно-координационных элементах. К такому выводу приходят Ферворн (Verworh)⁽¹⁾ и Бальони (Baglioni)⁽²⁾ на основании опытов с отравлением лягушек стрихнином и фенолом. Шеррингтон (Sherrington)⁽³⁾, изучая чесательный рефлекс у спинномозговой собаки, отмечает, что смена раздражаемого пункта кожи дает длинный ряд сокращений (300—400), в то время как раздражение одного и того же участка кожи ведет к сравнительно быстрому прекращению чесательного рефлекса. На основании ряда наблюдений Шеррингтон приходит к выводу, что утомление локализуется в рефлекторном аппарате до эфферентной части дуги, вероятнее всего в первом синапсе, т. е. между афферентным и проприоспинальным нейроном. Беритов⁽⁴⁾, приводя данные об утомлении рефлекторной дуги у спинальной лягушки и спинномозговой собаки, утверждает, что утомление связано с изменениями в координаторных аппаратах спинного мозга. Ухтомский⁽⁵⁾ говорит о значительно большей утомляемости сенсорных центров по сравнению с моторными. Введенский⁽⁶⁾, исследуя процессы возбуждения и торможения в спинном мозгу лягушки при стрихнинном отравлении, попутно затрагивает вопросы утомления. Введенский отмечает, что чувствующая половина рефлекторного аппарата утомляется раньше всего. Но и двигательная часть не остается совершенно без изменений — при вызове рефлекторного сокращения икроножной мышцы раздражением то седалищного, то плечевого нерва, последующее сокращение всегда несколько ниже предыдущего. Иначе говоря, надо допустить и некоторую степень изменения моторных элементов, частично обусловленную утомлением.

Таким образом накопившийся экспериментальный материал говорит в пользу большей утомляемости сенсорных элементов.

Однако, нам казалось интересным для решения вопроса об изменениях в моторных элементах рефлекторного аппарата проследить, как изменяется работа рефлекторной дуги при длительном раздражении одного из чувствующих нервов этой дуги.

2

Исследование было начато на холоднокровном животном, на лягушке; всего поставлено 114 опытов на 53 лягушках. В первой серии опытов внимание было сосредоточено на сгибательном рефлексе задней лапки. Тетанизирующее раздражение поддерживалось иногда длительно без перерывов, а иногда возобновлялось периодически; оно прилагалось к тому или другому из нервов рецептивного поля сгибания: п. *peroneus*, п. *tibialis* или п. *superficialis*; по временам прикладывалось контрольное раздражение к другому нерву, вызывающему тот же рефлекс. Исследования велись на спинальных препаратах, при миографической

записи сокращений *m. semitendinosi*. Частота применявшихся раздражений в большинстве случаев вариировала между 30 и 50 в сек. В первых же экспериментах было отмечено, что сокращение *m. st.*, постепенно сходящее на-нет, вновь возобновляется, как только раздражение переносится на другой нерв; то же получается при присоединении раздражений второго нерва к непрекращающемуся основному раздражению. Полученные миограммы вполне соответствуют тем, которые приводятся различными авторами. [У х т о м с к и й (стр. 130), исследования на лягушке; Беритов (стр. 264), опыты на спинномозговой собаке].

Но на фоне затухающего сокращения от основного раздражителя заметны и закономерно повторяющиеся изменения контрольных сокращений.

Типичный протокол одного из опытов приведен в табл. 1.

ТАБЛ. 1

Вызов сгибательного рефлекса непрерывной тетанизацией
(Явление „ямы“)

Лягушка № 14 (опыт от 3/V 1931 г.)

Время	Высота контрольных сокращений	Примечание
4h 48'	22 мм	Контрольное раздражение <i>n. tib.</i> на 4 см слабее порога. После него длительное в течение 35 мин. раздр. <i>n. per.</i> на 8 см сильнее порога; высота записи 26 мм.
— 49'	19 "	
— 50'	17 "	Сокращения на фоне длительного сокращения <i>m. st.</i>
— 51'	16 "	
— 52'	13 "	M. st. расслаблен и не сокращается при продолжающемся раздр. <i>n. per.</i>
— 53'	11 "	
— 55'	15 "	Явление „ямы“.
— 57'	0 "	
— 59'	9 "	Явление „ямы“.
5h 1'	0 "	
3,	16 "	Явление „ямы“.
5'	0 "	
7'	0 "	Явление „ямы“.
13'	25 "	
18'	18 "	Раздрж. <i>n. per.</i> прекращено. Сокращ. <i>m. st.</i> при раздрж. <i>n. per.</i> появляется при усилении раздрж. на 6 см.
23'	20 "	

Как видно из табл. 1, длительной тетанизации, в течение 35 мин., подвергается *n. peroneus*; сокращение от этого раздражения достигает значительной высоты, но быстро ослабевает, и через 4 мин. линия записи опускается до начального уровня. Контрольные раздражения *n. tib.* дают в первые минуты несколько ослабленный эффект; это явление может быть и периферического характера, так как *m. st.* находится еще в сокращенном состоянии. Однако это ослабление сокращения проявляется еще резче на 9-й и 17-й мин. от начала опыта, когда *m. st.* полностью расслаблен и, следовательно, в состоянии сократиться, если бы до него доходили импульсы из центров. Начиная с 25-й мин. рефлекторные сокращения возобновляются и достигают первоначальной величины. Временное ослабление рефлекторного ответа на определенной стадии длительного возбуждения рефлекторной дуги

закономерно повторяется почти во всех произведенных опытах и, нам кажется, заслуживает самого пристального изучения. Мы дали этому явлению наименование „ямы“, так как на миограмме получается провал в записи.

Явление „ямы“ получается независимо от того, который из центростремительных нервов сгибательного рефлекса (*n. tibialis, peroneus-ili superficialis*) подвергается длительной тетанизации.

Явления „ямы“ чаще всего наблюдаются на 6—12-й мин. раздражения, но в отдельных случаях они могут наступать значительно позже, через 15—30 мин., или значительно раньше — в первые же минуты и даже секунды приложения основного раздражителя. Последнее явление наступает повидимому тогда, когда определяющим моментом оказывается не утомление рефлекторной дуги, а ее торможение, которое во всех опытах очень тесно переплетается с явлениями порядка утомления.

Как толковать полученные результаты? Можно предполагать, что понижение сократительного эффекта, а в некоторых случаях и полное его исчезновение зависит от изменений в моторных элементах. В то же время продолжающееся поступление волн возбуждения в центральную нервную систему углубляет явления утомления (в отдельных опытах торможения) настолько, что волны уже совершенно не доходят до двигательных элементов данной рефлекторной дуги; показателем этого служит полное расслабление мышцы; допустить наличие причин этого расслабления на периферии не приходится, так как в течение нескольких минут периферический нервно-мышечный прибор, сохранивший свое кровообращение, не может потерять свои функциональные свойства.

На этой стадии опыта создаются такие условия, при которых сенсорные элементы, а может быть и промежуточные координаторные продолжают получать волны возбуждения в то время, как до двигательной клетки эти волны не докатываются. Через некоторое время моторные элементы восстанавливают свою способность давать двигательные импульсы, но только с других рецепторов; моторные элементы восстанавливают свою деятельность во время продолжающегося раздражения афферентной части рефлекторной дуги. Это соответствует моменту выхода из „ямы“. А так как в силу отрицательной индукции координаторно-сензорные элементы соседних с длительно раздражаемой рефлекторных дуг могут обладать и повышенной возбудимостью, то и эффект контрольного раздражения на известном этапе опыта может оказаться усиленным.

3

Если полученные результаты имеют в основе своей общие закономерности, то они должны повториться и на другой рефлекторной дуге. Поэтому следующая серия опытов посвящена исследованию потирательного рефлекса спинальной лягушки. Для этой цели регистрировались сокращения *m. tricipitis*, а раздражения прикладывались к *n. brachialis* и к одной из ветвей *n. cutanei femoralis lateralis* или к двум ветвям *n. cut. fem. lat.*

В этой серии опытов также можно отметить явление „ямы“. В резкой степени это явление наблюдается в опыте № 27 (табл. 2).

В этом опыте (табл. 2) раздражаются две веточки *n. cut. fem. lat.* Как только раздражение одной из них вызывает сильное сокращение *m. tr.*, раздражение другой, в течение 2 мин., ничего не добавляет

ТАБЛИЦА 2.

Явление „ямы“ при непрерывном раздражении одного из нервов, вызывающих разгибание колена

Опыт № 27 от 5/X 1931 г.

Исследование разгибательного рефлекса — запись сокращений *m. tris.*

Время	Высота контрольных сокращений	Примечание
1 ^h 7'	41 мм.	Контр. раздраж. передней ветви п. с. f. i. После него длительное, в течение 25 мин., раздраж. задней ветви того же нерва — высота сокращ. 70 мм
1 ^h 8'	0 "	
— 9'	0 "	} Сокращение <i>m. tr.</i> постепенно уменьшается } <i>M. tr.</i> расслаблен
— 10'	29 "	
— 11'	20 "	
— 12'	0 "	
— 13'	0 "	
— 14'	2 "	
— 16'	3 "	
— 17'	1 "	
— 18'	32 "	
— 20'	30 "	
— 22'	42 "	
— 24'	41 "	

к имеющемуся сокращению. Когда же сокращение *m. tr.* значительно снижается к 3-й мин., контрольное раздражение вызывает сокращение значительной силы. На 5-й мин. наступает явление „ямы“: контрольное раздражение не дает эффекта, несмотря на то, что *m. tr.* полностью расслаблен; на 7—10-й мин. появляются слабые сокращения, к 11-й мин. они усиливаются и наконец к 15-й мин. достигают своей начальной величины. Протекание отмеченных явлений не зависит от того, какой из нервов длительно раздражается и какой является контрольным.

Обращает на себя внимание быстрота наступления явления „ямы“; в одних случаях она наступает очень быстро, в других случаях — медленно; связано оно, повидимому, с одновременным развитием торможения и утомления. В зависимости от состояния нервной системы, от силы раздражителя преобладают то процессы торможения, то утомления. Чтобы несколько дифференцировать явления утомления от изменений рефлекторных сокращений в связи с торможением, мы перешли к периодическим кратким тетанизациям. Раздражение прикладывалось к нерву только на 2—3 секунды, иногда на 5 сек. и ритмично повторялось 2—4 раза в течение минуты. В этих условиях торможение развивается значительно слабее, и исчезновения сокращений в первые минуты опыта никогда не наблюдалось. Явление же „ямы“ закономерно повторялось. Пример приведен в табл. 3.

Контрольные сокращения, вызываемые раздражением *p. tibialis*, в промежутках между раздражениями *p. superficialis*, постепенно понижаются и становятся минимальными на 12-й—16-й мин., т. е. почти как раз к тому моменту, когда повторные раздражения перестают вызывать сокращения *m. st.*, что соответствует явлению „ямы“ в предыдущих опытах с непрерывным раздражением. На 18-й мин. отмечается выход из „ямы“ и значительное приближение к величине начального сокращения.

ТАБЛИЦА 3

Явление „ямы“ при применении кратких периодических тетанизаций

Опыт № 41 от 16/1—32 г.

Исследование сгибательного рефлекса; запись сокращ. m. st.

Время	Высота контрольных сокращений	Примечание
3h —	15 мм	Контр. раздр. п. tib. на 2 см сильнее порога. Основное раздражение п. superficialis на 5 см сильнее порога, ритмично повторяется каждые 15 сек. и длится по 5 сек. Высота сокращений колеблется около 16 мм. Основное раздражение повторяется в течение 22 мин.
3h 3'	12 "	
3h 7'	9 "	Высота сокращ. от ритм. раздр. 10 мм.
8'	8 "	" " " 7 "
9'	6 "	" " " 6 "
11'	6 "	" " " 6 "
12'	2 "	" " " 6 "
14'	4 "	Почти полное прекращ. сокращ. на ритм. раздр. п. superfic.
16'	2 "	
18'	10 "	Полное прекращ. " " " "
20'	11 "	
22'	9 "	Прекращение ритмичн. раздраж.

В отдельных опытах, где основное раздражение прикладывалось еще реже, но было сильнее, явление „ямы“ отодвигалось к 40-й и даже к 60-й мин. Явление это при ритмическом раздражении получено как на сгибательном, так и на разгибательном рефлексе.

4.

Явление, подробно изученное на лягушке, было прослежено и на теплокровном животном, на кошке. Опыты велись на децеребрированных животных (всего поставлено 30 опытов на 8 кошках), при миографической записи сокращений m. semitendinosi; электрическому раздражению подвергались п. tibialis и п. saphenus, или nn. plantares externus и internus у места разделения на эти ветви п. tibialis, или наконец две части продольно расщепленного п. tibialis.

При постановке этих экспериментов в основном подтвердилось все то, что было получено на холоднокровном животном, как видно из прилагаемой миограммы (рис. 1).

Периодическое раздражение п. sapheni вызывает сокращения m. st.; п. tibialis дает значительное сокращение той же мышцы (А). Через 11 мин. m. st. перестал отвечать на продолжающееся раздражение п. sapheni (В). Ответ же на п. tibialis — значительный с последующим слабым оплодотворением сокращения от первого за контрольным раздражения. Еще через 10 мин. (С) сокращение от раздражения контрольного нерва, п. tibialis, резко ослаблено, а на 32-й мин. от начала опыта (D) почти отсутствует (явление „ямы“). Что это ослабление сокращения является временным, видно из последнего отрезка миограммы (Е), где, на фоне отсутствия сокращения от продолжающего действовать основного раздражения п. sapheni, восстанавливается сокращение m. st. при раздражении п. tibialis.

Это явление наблюдалось во многих опытах, как при применении отдельных периодических тетанизирований, так и при длительном тетанизировании одного из нервов.

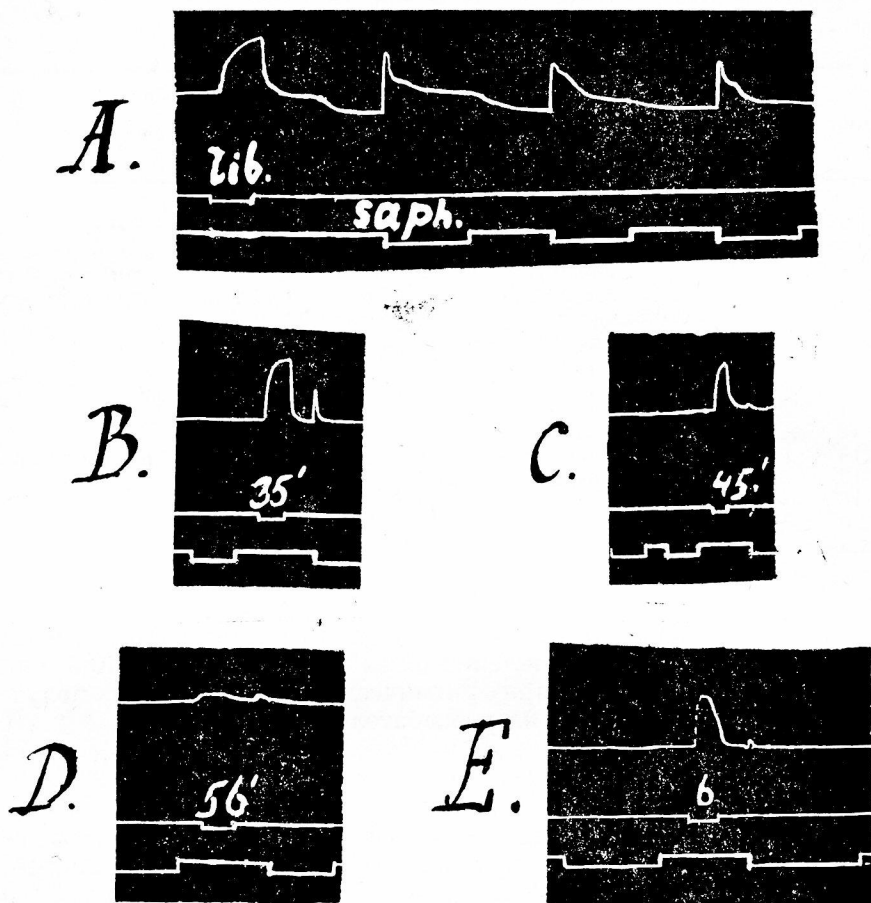


Рис. 1. Многограмма опыта № 27 от 10/IV 1932 г. Верхняя линия—сокращения *m. st.*; под ней отметчик контрольных раздражений *n. tibialis*; нижняя линия—отметчик периодических раздражений *n. sapheni*.

А — часть многограммы в начале опыта. В — через 11 мин. С — через 21 мин. D — через 32 мин. E — через 42 мин.

Полученные результаты подкрепляют сделанный раньше вывод, что на известной стадии длительно утомляемой рефлекторной дуги наблюдаются изменения и со стороны моторных элементов нервных центров.

5

Поставленные эксперименты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. При длительном раздражении одного из чувствующих нервов сгибательного рефлекса задней лапки лягушки раздражение какого-либо другого нерва того же рецептивного поля вызывает на определенной стадии опыта уменьшенный эффект (явление „ямь“), что повидимому связано с изменениями в моторных элементах рефлекторной дуги.

2. Это явление обычно развивается постепенно и наступает только через определенный промежуток времени; в отдельных случаях явление „ямы“ может наступить и в первые минуты действия основного раздражения. Скорость наступления „ямы“ зависит от соотношения процессов утомления и торможения, протекающих в рефлекторных центрах.

3. Описанное явление наблюдается как при непрерывном, так и при ритмическом раздражении одного из центростремительных нервов.

4. Явление „ямы“ отмечено на рефлекторной дуге сгибания и на рефлексе потирания спинальной лягушки.

5. Наблюдаемое явление „ямы“ установлено и на сгибательном рефлексе децеребрированной кошки.

Поступило в редакцию
12 июня 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Verworn. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1900, Suppl. Bd., S. 152.—2. S. Baglioni. Zeitschr. f. allgem. Physiol. 4, 1904, S. 113.—3. Ch. S. Sherrington. The Integrative Action of Nervous System. 1906.—4. И. С. Бериташвили. Общая физиология мышечной и нервной систем. Ч. 2-я. 1922 г., стр. 261-8.—5. А. А. Ухтомский. Физиология двигательного аппарата, вып. 1, 1927, стр. 130.—6. Н. Е. Введенский. Труды СПб об-ва естествоиспытат., 36, вып. 2, 1906. Работы физиолог. лаборат. СПб университет., стр. 1.

ZUR FRAGE DER LOKALISATION DER ERMÜDUNG IM REFLEXBOGEN

Von I. M. Ufland und M. I. Michelson

Aus dem Physiologischen Laboratorium des 2. Leningrader Medizinischen Instituts
(Vorstand — Prof. F. E. Tur)

Zusammenfassung

Die Versuche wurden an Spinalfröschen und dezerebrierten Katzen angestellt. Einer von Nerven des rezeptiven Feldes der Beugung der Hinterpfote oder des Abwischreflexes (letzteres nur beim Frosch) wurde dauernd gereizt; von Zeit zu Zeit wurde die elektrische Kontrollreizung irgendeines anderen Centripetalnerven, welcher die gleiche reflektorische Kontraktion herbeiführt, wie die Hauptreizung, ausgeführt.

Auf Grund der erwähnten Versuche lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Bei dauernder Reizung eines von den sensiblen Nerven des Beuge-reflexes der Hinterpfote des Frosches ergibt die Reizung irgendeines anderen Nerven desselben rezeptiven Feldes auf einem bestimmten Versuchsstadium einen herabgesetzten Kontraktionseffekt („Gruben“-Erscheinung), was, wie es scheint, mit den Veränderungen in den motorischen Elementen des Reflexbogens im Zusammenhang steht.

2. Diese Erscheinung entwickelt sich gewöhnlich allmählich und tritt erst nach Ablauf einer bestimmten Zeit ein; in Einzelfällen kann die „Gruben“-Erscheinung auch während der ersten Minuten der Wirkung der Hauptreizung eintreten. Die Schnelligkeit des Eintritts der „Gruben“-Erscheinung hängt vom gegenseitigen Verhältnis der Ermüdungs- und Hemmungsprozesse, welche in den Reflexzentren vor sich gehen, ab.

3. Die beschriebene Erscheinung wird sowohl bei der ununterbrochenen, wie auch bei der rhythmischen Reizung eines von den centripetalen Nerven beobachtet.

4. Die „Gruben“-Erscheinung wurde am Reflexbogen der Flexion und am Abwischreflex des Spinalfrosches nachgewiesen.

5. Die beobachtete „Gruben“-Erscheinung wurde auch am Flexionsreflex der dezerebrierten Katze festgestellt.

СОСУДИСТЫЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Сообщение II. Сосудистые условные рефлексy на противоположных безусловных раздражителях

А. А. Рогов

Из физиологической лаборатории Педагогического института им. Герцена (зав.—проф. К. М. Быков)

В предыдущей работе нами была разработана методика образования сосудистых условных рефлексов, получены положительные и отрицательные условные рефлексy на холодовом безусловном раздражителе и изучены их свойства.

В данном исследовании перед нами стояла задача образования сосудистых условных рефлексов на безусловных раздражителях, противоположных по характеру своего действия на сосуды, изучения их свойств и взаимодействия.

При начале данной работы мы применяли нашу методику образования сосудистых условных рефлексов, уже описанную в предыдущей моей работе.

Во время хода работы нами была разработана новая методика подачи безусловных раздражителей. Данная методика заключается в следующем.

К левой ручке кресла, на котором сидит подопытное лицо, привинчен небольшой столик, на котором установлена металлическая коробка. Коробка передвигается в вертикальном направлении и может быть установлена на нужной высоте. Для подачи безусловных раздражителей внутри коробки помещены 4 небольшие „температурные“ коробочки на расстоянии 4 см друг от друга. Коробочки установлены на плоских резиновых баллончиках, при расширении которых они совершенно бесшумно поднимаются вверх. Для пропускания через них воды коробочки наглухо запаяны и имеют по две отводных трубочки, соединенных резиновыми трубочками с банками для холодной или теплой воды. В наших опытах две коробочки соединены с банкой для холодной воды и две коробочки с банкой для теплой воды. Верхняя сторона коробочки вогнута на 1 см внутрь, для более плотного прилегания к поверхности руки. Все 4 коробочки одинакового размера, верхняя сторона имеет длину 7 см, ширину — 3,5 см. При одновременном действии двух коробочек, как это имело место в наших опытах, площадь воздействия безусловного раздражителя на кожу руки равна $(7 \cdot 3,5) \cdot 2 = 49 \text{ см}^2$. Сверху весь прибор закрыт крышкой длиной 49 см, с 4 отверстиями, через которые коробочки совершенно свободно поднимаются вверх, причем коробочки установлены на такой высоте, при которой в промежутках между действием безусловного раздражителя они не прикасаются к поверхности руки. Подача безусловного раздражителя производится из комнаты экспериментатора, при помощи воздушной передачи.

Сдавливая резиновую грушу, мы поднимаем коробочки вверх до плотного прилегания к поверхности кожи. Для регистрации моментов подачи безусловного раздражителя (поднимания коробочек) к трубке резиновой груши, при помощи которой поднимаются коробочки, присоединена „двойная капсула“, которая в свою очередь соединена с мареевской капсулой. Для точного учета температуры воды, пропускаемой через коробочки в резиновые трубки, по которым вода подается и в трубки, по которым вода отводится от коробочек, вставлены термометры. Термометры установлены на столе экспериментатора, так что в любой момент мы можем учесть температуру

безусловных раздражителей, действующих на поверхности кожи. Перед применением безусловного раздражителя через коробочки пропускается вода до установления в них постоянной температуры.

Данная методика, по сравнению с предыдущей, т. е. с подачей воды через змеевик, имеет следующие преимущества:

1. Не происходит сдавливания конечности металлической трубкой змеевика.

2. Совершенно устраняется постоянное воздействие и, главным образом, последствие безусловного раздражителя на кожу. Раздражение происходит только в момент прикосновения коробочек.

3. Устранение постепенного изменения температуры воды, имеющей место в змеевике. Мы действуем на кожу безусловным раздражителем, имеющим постоянную и совершенно определенную температуру.

4. Различные по температуре безусловные раздражители могут быть применены на различных участках кожи.

5. Мы можем точно учитывать температуру, время действия безусловного раздражителя и размер поверхности кожи, на которую он воздействует.

Введение новой методики подачи безусловных раздражителей не вызвало никаких особенных нарушений в выработанной уже системе условных рефлексов, за исключением первых опытов, когда рефлекс были несколько понижены.

В качестве безусловных раздражителей служила холодная и теплая вода. Температура холодной воды была от 6 до 10° С. Условными раздражителями были взяты: 1) электрический звонок (звон), 2) метроном — 120 ударов в 1 мин. (М. 120), 3) свет обыкновенной электрической лампочки в 16 свечей (свет об.). Обстановка при опытах сохранялась всегда одна и та же, в основном уже мною описанная в предыдущей работе.

Подопытными лицами являлись ученики 186-й совшколы и студенты Педагогического института им. Герцена.

Расположение на всех кривых, приводимых в работе, следующее: 1-я сверху — плетисмограмма; 2-я сверху — регистрация моментов действия звонка; 3-я сверху — регистрация метронома-120 и световых раздражителей; 4-я сверху — регистрация безусловных раздражителей.

Переходя к изложению экспериментальной части своей работы, я прежде всего остановлюсь на описании свойств сосудистой реакции.

Характерными для сосудистой реакции являются ее необыкновенная подвижность, яркость и чрезвычайная быстрота изменений характера в зависимости от действия внешних раздражителей, а также от тех или иных процессов, протекающих в коре головного мозга. Это является ее преимуществом перед другими ответными реакциями организма, но в то же время и источником больших затруднений при экспериментальном исследовании. Так, при записывании объемного пульса верхней конечности плетисмографическая кривая никогда не остается совершенно ровной, параллельной абсциссе, а всегда подвержена небольшим колебаниям, связанным только с процессами коры головного мозга. Все внешние агенты, при неожиданном их действии на поверхность кожи, глаза, уха, не остаются без ответа со стороны сосудистой реакции. Так, если в комнате подопытного лица раздается звук метронома, звонка, появляются световые сигналы — в ответ на данные раздражения сейчас же происходит изменение плетисмографической кривой, причем первой ответной реакцией

является сужение сосудов. Сильные раздражители вызывают резкие понижения плетисмограммы (рис. 1), слабые же раздражители вызывают иногда только едва заметные колебания кривой.

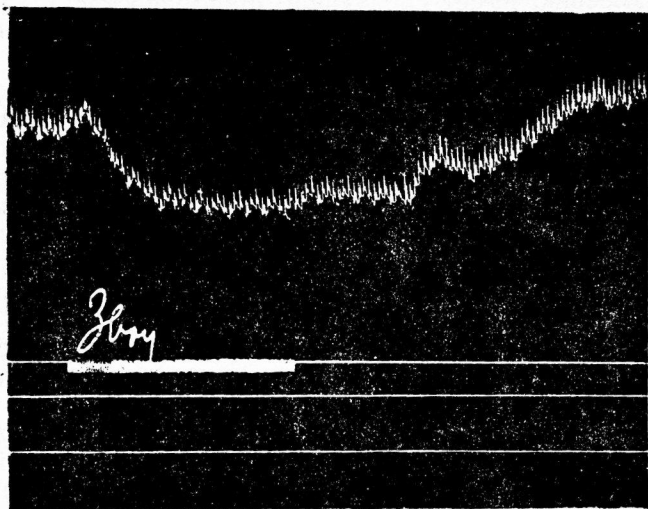


Рис. 1. Опыт 3. Сосудистая реакция на действие звонка.

Учитывая эти свойства сосудистой реакции, нам, перед тем как приступить к образованию сосудистых условных рефлексов, приходилось производить угашение данных условных раздражителей. Производя угашение, мы наблюдаем, что с увеличением числа повторений влияние условного раздражителя на сосуды постепенно гасло, понижения плетисмограммы на действие данного раздражителя делались все меньше, постепенно приближаясь к прямой (рис. 2).

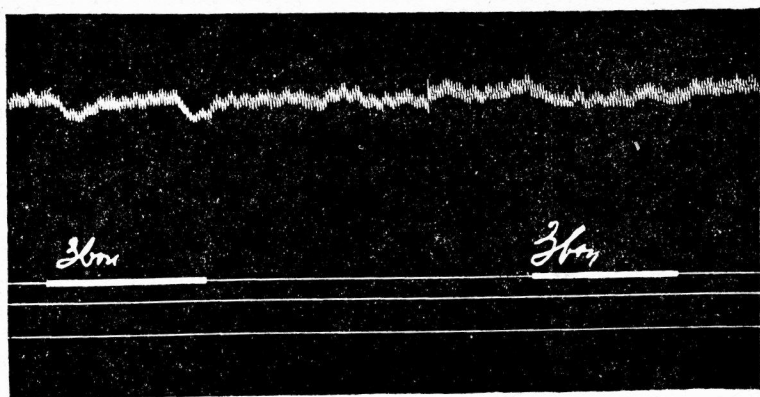


Рис. 2. Опыт 12. Угашение действия звонка на сосудистую реакцию.

Первой задачей мы поставили образование сосудистого условного рефлекса на холодном безусловном раздражителе, для чего мы стали сочетать действие электрического звонка с действием холодной воды, причем звонок на 5" предшествовал действию холода. Первый услов-

ный рефлекс на звонок был получен сравнительно быстро — на 5-м сочетании. После 50 сочетаний мы получили прочный сосудистый условный рефлекс на звонок.

Свойства и ход образования сосудистых условных рефлексов на холодовом безусловном раздражителе мною уже описаны в предыдущей работе. На данных подопытных лицах закономерности образования и свойства сосудистых условных рефлексов в основном остаются теми же.

После того как был получен прочный сосудистый условный рефлекс на звонок, мы приступили к выработке сосудистого условного рефлекса на тепловом безусловном раздражителе, для чего мы испытывали действие теплой воды различной температуры на сосуды и взяли в качестве безусловного раздражителя воду температурой от 46 до 47° С. Действие данного теплового раздражителя вызывает значительное расширение сосудов. На плетисмограмме данных опытов мы имеем чрезвычайно большой подъем кривой вверх (рис. 3).

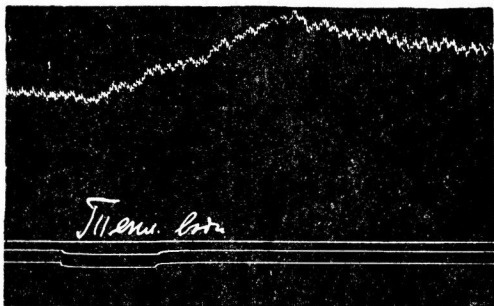


Рис. 3. Опыт 23. Сосудистая реакция на тепловой безусловный раздражитель.

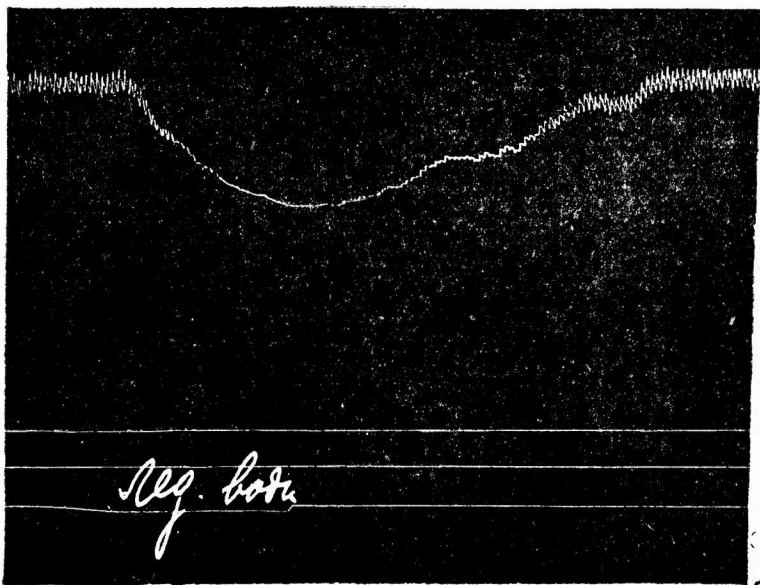


Рис. 4. Опыт 11. Сосудистая реакция на холодовый безусловный раздражитель.

Для сравнения я привожу плетисмограмму сосудистой реакции на холодовый безусловный раздражитель (рис. 4).

Для образования сосудистого условного рефлекса на тепловом безусловном раздражителе мы стали сочетать действие света электрической лампочки в 16 свечей с действием тепла (свет + тепло) на подопытном лице Г-ве и М. 120 + тепло — на подопытном лице Ф-ве.

Параллельно с этими сочетаниями в опытах продолжались сочетания звонка с холодной водой (звонок + холод), причем сочетания эти чередовались между собой без сохранения определенной последовательности. Определенного шаблона установлено не было.

Первые сочетания свет + тепло дают нам повышение плетисмограммы на действие тепла. Особенностью реакции расширения сосудов по сравнению с сосудосуживающей реакцией является необыкновенная трудность ее получения с периферии, ее большая подвижность и непостоянство. Иногда она чрезвычайно резко выражена и носит длительный характер, иногда же она мимолетна и трудно поддается регистрации. Часто расширение сосудов происходит не сразу с началом действия раздражителей, а проходит длительный латентный период, и затем реакция развивается медленно и постепенно. Данная

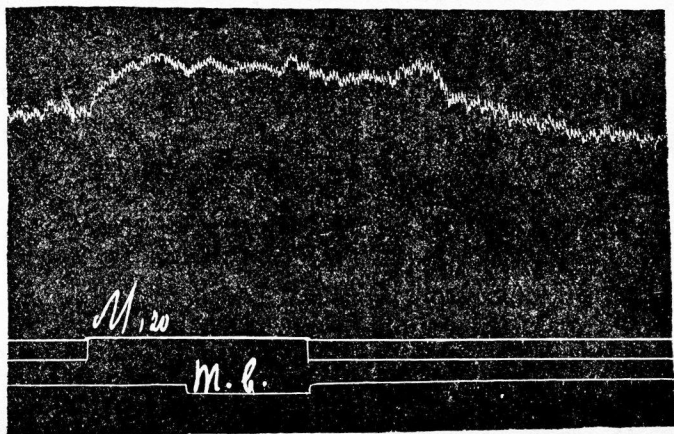


Рис. 5. Опыт 32, сочетание 22. Условный рефлекс на М. 120 + тепло.

реакция является и менее устойчивой. Так, если мы применяем тепло вслед за холодом, то в ответ на тепловой безусловный раздражитель мы вначале можем получить сужение сосудов; затем начинается постепенное расширение сосудов с подъемом кривой вверх. А иногда реакции и совсем не наблюдается, и на действие тепла мы получаем совершенно ровную плетисмограмму (нулевую плетисмограмму).

С повторением происходит укрепление этой реакции. В ответ на действие теплового безусловного раздражителя мы получаем больший процент соответствующей реакции расширения сосудов. После перерывов в работе, наоборот, процент соответствующей реакции значительно меньше.

Условный рефлекс на расширение сосудов был получен после 20 сочетаний, при отставлении М. 120 на 30" от действия тепла, в виде совершенно отчетливого повышения кривой (рис. 5).

Производя дальнейшие повторения сочетаний свет + тепло и звонок + холод параллельно, без сохранения постоянной последовательности, в следующих опытах мы получили резкое изменение самого характера сосудистой реакции. Так на подопытном лице Ф-ве, начиная с опыта 32, в большинстве дальнейших опытов мы имеем извращение нормальной плетисмограммы. На действие — звонок + холод вместо понижения плетисмограммы мы имеем или нулевую плетис-

мограмму, идущую параллельно абсциссе, или извращенную, с повышением кривой вверх, причем это извращение плетисмограммы происходит не только на действие условного раздражителя—звонка, но плетисмограмма извращается в такой же степени и на действие безусловного раздражителя—холода. Следовательно нормальной реакция сужения сосудов на действие холода переходит в противоположную по характеру реакцию—расширение сосудов (рис. 6).

В начале данных опытов реакция расширения сосудов на действие М. 120 + тепло остается нормальной, но, начиная с опыта 43, происходит извращение и данной реакции в противоположную. На действие М. 120 + тепло вместо расширения сосудов мы стали получать сужение (рис. 7).

Особенно поразившее нас явление во время данных опытов заключалось в следующем. На подопытном лице Г-ве, в течение нескольких опытов, мы получили плетисмографическую кривую с целым рядом волн, шедших в ответ на действие раздражителей звонок + холод и свет + тепло.

Условия появления волн следующие:

1. Появление волн совпадало с опытами, когда происходило резкое изменение порядка следования сочетаний по сравнению с предыдущими опытами. Так, напр., в начале работы, в течение первых опытов, сочетание звонок + холод применялось на первом месте, когда же на первое место было поставлено сочетание свет + тепло, то такое изменение порядка вызвало появление целого ряда волн.

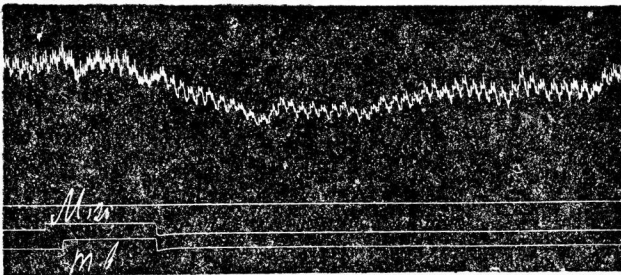


Рис. 7. Опыт 43, сочетание 53. Извращение сосудистой реакции на действие раздражителей М. 120 + тепло.

2. В опытах, когда сочетания звонок + холод и свет + тепло следовали один за другим через короткие промежутки времени.

Для того, чтобы произвести восстановление сосудистых условных и безусловных рефлексов, мы выключили из опытов сочетание свет + тепло и в дальнейших опытах применяли только одно сочетание звонок + холод.

Восстановление нормальной реакции происходит не сразу. В большинстве первых опытов мы имеем нулевую или извращенную плетисмограмму с резким подъемом кривой вверх. С течением опытов происходит постепенное восстановление нормальной сосудистой реакции, причем вначале восстанавливается нормальная реакция на дей-

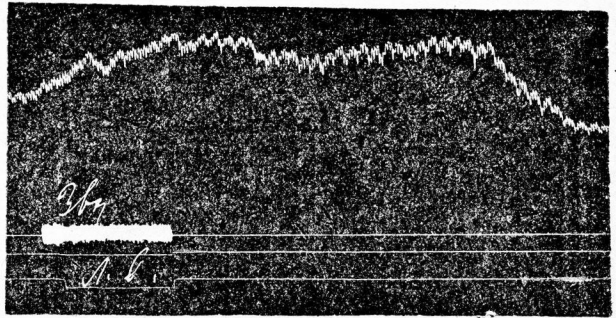


Рис. 6. Опыт 32, сочетание 84. Извращение сосудистой реакции на действие раздражителей звонок + холод.

ствии безусловного раздражителя, а затем происходит восстановление условного рефлекса до его нормальной величины.

Сочетание свет + тепло мы ввели с 63-го опыта, причем во всех дальнейших опытах сохранялся один и тот же порядок следования раздражителей. Раздражитель свет + тепло применялся только один раз в течение всего опыта перед последним сочетанием.

В первых опытах мы имеем нормальную сосудистую реакцию — сужение сосудов на действие раздражителей звонок + холод и отсутствие волн на плетисмографической кривой. В дальнейших опытах, наряду с нормальной плетисмограммой, мы стали получать и извращенные плетисмограммы с волнообразным колебанием кривой. Осо-

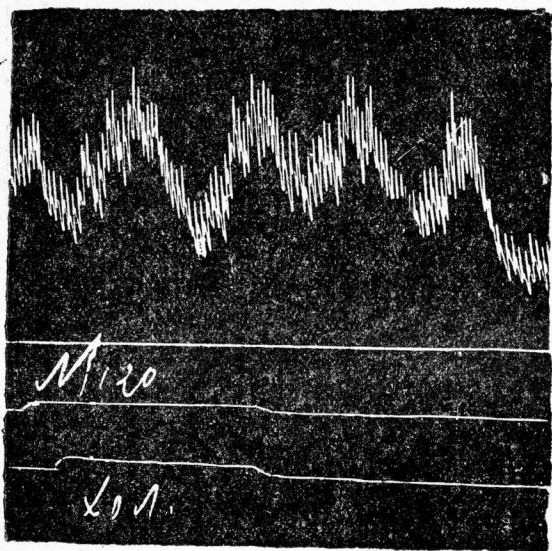


Рис. 8. Опыт 88, сочетание 23. Волнообразные колебания плетисмограммы на действии раздражителей М. 120 + холод.

бенно резкое изменение характера сосудистых рефлексов и появление волн на плетисмографической кривой были вызваны введением нового условного раздражителя. С опыта 71, на подопытном лице Г-ве, мы ввели новое сочетание: метроном 120 + холод (М. 120 + холод). Первые же сочетания М. 120 + холод дали целый ряд волнообразных колебаний кривой (рис. 8).

Получить нормальную сосудистую реакцию на действие раздражителей звонок + холод и М. 120 + холод (сочетание свет + тепло на подопытном лице Г-ве мы исключили из опытов, начиная с 76-го опыта) во всех дальнейших опытах на данном подопытном лице нам не удалось, несмотря на

то, что мы поставили на нем около 100 опытов. С течением опытов происходило только дальнейшее углубление процесса. Плетисмографическая кривая неизменно носила извращенный характер с резко выраженными волнами, появлявшимися в ответ на действие раздражителей (рис. 9).

Следовательно, столкновение взаимно противоположных по характеру действия на сосуды раздражителей вызвало глубокое нарушение ответной реакции сосудистой системы и появление волнообразного колебания объемного пульса.

С клинической точки зрения данные опыты представляют большой интерес для понимания возникновения сосудистых неврозов и патологического извращения сосудистых реакций, возникающих на почве расстройств центральной иннервации сосудов. О таких изменениях нормальной иннервации сосудов, происходящих под влиянием расстройств в функции высших отделов нервной системы, говорит Штрюмпель (2), при описании симптомов истерии; в более позднее время указывает на это Джонс (3), при описании симптомов невроза страха и др.

По своему характеру и причине появления полученные нами волны ближе всего подходят к Мауег'овским колебаниям кровяного давления и являются волнами третьего порядка, так как каждая из данных волн состоит из пульсовых колебаний и охватывает несколько дыхательных колебаний кровяного давления. Для выяснения вопроса о том, что имеется ли связь между данными волнообразными колебаниями объемного пульса и дыхательными движениями грудной клетки, нами была введена установка для параллельной записи дыхания. Запись дыхательных движений производилась пневмографом системы Лемана, соединенным с мареевской капсулой. Из кривых данных опытов (рис. 9) мы видим, что: 1) данные волны плетисмографической кривой протекают независимо от изменений дыхательной кривой, и 2) что одной данной волне колебания объемного пульса соответствует несколько дыхательных движений грудной клетки. Следовательно, данные волны являются волнами третьего порядка и не зависят от дыхательных движений грудной клетки.

Правильная периодичность колебаний и независимость волн от дыхательных движений говорят нам за то, что причиной проявления данных волн являются процессы, происходящие в центральной нервной системе.

К этому же мнению склонялся в свое время Майер (4), который высказывает следующее положение:

„Колебания возникают только в том случае, если функция мозгового сосудодвигательного центра не поражена и если он стоит в ненарушенной связи с путями, ведущими к периферии“.

Как протекают рефлексy при полученных нами изменениях сосудистой реакции? Наиболее короткий путь — от кожи к продолговатому мозгу и к сосудам.

Возможно, что они получаются и так, но они могут исходить и из высших центров — из коры головного мозга. В виду того, что в наших опытах явления извращения сосудистой реакции и появления волнообразных колебаний кровяного давления происходили при действии не только безусловных раздражителей, но и условных, мы должны думать, что данные явления разыгрываются под влиянием процессов коры головного мозга.

Все данные изменения сосудистой реакции были получены нами неожиданно для нас, спонтанно, и поэтому при дальнейшем изучении корковых сосудистых рефлексy перед нами встала задача экспериментального получения всех этих изменений по заранее намеченному плану и изучения закономерностей, при которых они возникают.

В заключение приношу благодарнось глубокоуважаемому проф. К. М. Быкову за руководство при проведении данной работы.

Выводы

1. Сосудистая реакция является необыкновенно подвижной, яркой, быстро меняющей свой характер в зависимости от действия внешних

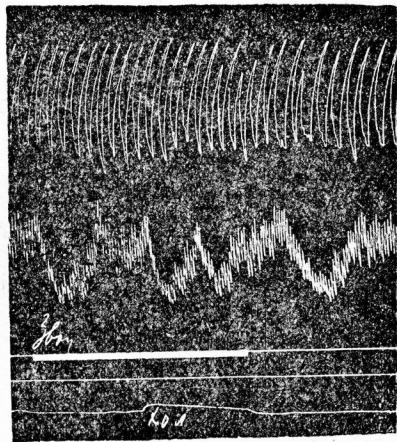


Рис. 9. Опыт 88, сочетание 301. Волнообразные колебания плетисмограммы на действие раздражителей звонок + холод.

раздражителей, а также от тех или иных процессов, протекающих в коре головного мозга.

2. В качестве первой ответной сосудистой реакции на действие внешних раздражителей мы имеем сужение сосудов.

3. Для выработки сосудистых условных рефлексов необходимо произвести угащение всех раздражителей, из которых предположено производить образование условных рефлексов.

4. Характерными для реакции расширения сосудов, по сравнению с сосудосуживающей, являются необыкновенная трудность ее получения с периферии, ее большая подвижность и непостоянство.

5. Условный рефлекс на расширение сосудов образовался после 20 сочетаний.

6. Изменение порядка следования сочетаний условных рефлексов, выработанных на различных безусловных раздражителях, вызывает изменение характера ответной сосудистой реакции: холодные условные и безусловные раздражители дают расширение сосудов, тепловые — сужение сосудов и появление волнообразного колебания объемного пульса. Данные изменения происходят на границе срыва нормальных процессов вазомоторной иннервации.

7. Волнообразные колебания объемного пульса имеют правильную периодичность, не зависят от дыхательных движений и являются волнами третьего порядка колебаний плетисмографической кривой.

8. Наблюдаемые нами явления изменения характера ответной реакции сосудистой системы и появление волн разыгрываются под влиянием процессов коры головного мозга.

Поступило в редакцию
26 июня 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Рогов. Русский физиолог. журнал 1929. XII, вып. 6. 2. А. Штрюмпель. Част. патолог. и терап. внутр. болезней. Т. III. Гиз; 1930 г. 3. Э. Джонс. Терапия неврозов. Гиз. 1924 — 4. S. Mayer. — Stud. z. Physiolog. d. Herz. u. d. Blutgefäße. — Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaft. 1876. Bd. 73. abt. 3, S. 295.

DIE BEDINGTEN GEFÄSSREFLEXE

2. Mitteilung. Die bedingten Gefäßreflexe bei entgegengesetzten unbedingten Reizmitteln

Von A. A. Rogow

Aus der Physiologischen Abteilung des Pädagogischen Herzen, Institutes. Vorstand: Prof. K. M. Bykow.

Der Verfasser stellte sich zur Aufgabe bedingte Gefäßreflexe bei unbedingten, dem Charakter ihres Wirkung auf die Gefäße nach entgegengesetzten Reizmitteln zu erhalten, die Besonderheiten und die gegenseitige Wirkung derselben zu untersuchen.

Bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit verwendete der Verfasser seine eigene Methodik der Bildung von bedingten Gefäßreflexen, welche sich auf Folgendes zurückführen lässt:

Die Versuchsperson und der Experimentator sind isoliert, wobei sie sich in zwei benachbarten Zimmern befinden. Im Zimmer des Experimentators befinden sich die Apparate zur Übergebung der unbedingten und bedingten Reizmittel und die Apparate, welche die Momente der Wirkung der Reizmittel registrieren. Dasselbst wird die Registrierung der Veränderungen der plethismographischen Kurve ausgeführt. Im Raume der

Versuchsperson werden die Apparate angebracht, welche die unbedingten und bedingten Reizungen ergeben, daselbst ist ein Plethismograph zur Registrierung der Veränderungen der Gefässreaktion aufgestellt. Eine Hand der Versuchsperson wird in den Plethismographen geschlossen, die zweite Hand wird auf einen Tisch mit Temperaturschächtelchen gelegt, durch welche die unbedingte Reizung übergeben wird. Als unbedingte Reizmittel dienten „kaltes“ und „warmes“ Wasser. Das kalte Wasser wurde von einer Temperatur von $6-10^{\circ}\text{C}$, das warme Wasser von einer Temperatur von $46-47^{\circ}\text{C}$ genommen. Als bedingte Reizmittel wurden genommen: eine elektrische Klingel, ein Metronom (120 Schläge in der Minute), das Licht einer elektrischen Lampe (16 Kerzen).

Auf Grund seiner Versuche hält der Verfasser für möglich folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

1. Die Gefässreaktion ist ungewöhnlich beweglich und merkant, sie verändert rasch ihren Charakter in Abhängigkeit von der Wirkung der äusseren Reizmittel, sowie von diesen oder jenen Prozessen, welche in der Hirnrinde vor sich gehen.

2. Als erste Gefässreaktion in Beantwortung der Wirkung der äusseren Reizmittel haben wir die Verengung der Blutgefässe.

3. Für die Ausarbeitung von bedingten Gefässreflexen ist es notwendig die Erlöschung sämtlicher Reizmittel herbeizuführen, welche zur Bildung der bedingten Reflexe dienen sollen.

4. Für die Reaktion der Erweiterung der Gefässe ist, im Vergleich zur gefässverengenden Reaktion, Folgendes charakteristisch: die ungewöhnliche Schwierigkeit der Erhaltung derselben von der Peripherie, die grosse Beweglichkeit und Unbeständigkeit dieser Reaktion.

5. Der bedingte Reflex auf die Erweiterung der Gefässe bildet sich nach 20 Kombinationen.

6. Bei veränderter Reihenfolge der Kombinationen der bedingten Reflexe, welche mittels verschiedener unbedingter Reizmittel ausgearbeitet wurden, findet die Veränderung des Charakters der Gefässreaktion statt: die bedingten und unbedingten Kältereфлексе ergeben eine Erweiterung der Gefässe, die Wärmereфлексе aber—eine Verengung der Gefässe.

7. Die Zusammenstossung zweier, nach dem Charakter der Wirkung auf die Gefässe gegenseitig entgegengesetzter Reizmittel ruft eine tiefe Störung der Reaktion des Gefässsystems und die Erscheinung einer wellenartigen Schwankung des Volumpulses hervor. Die gegebenen Veränderungen finden auf der Grenze der Zerstörung der normalen Innervationsprozesse des Gefässsystems statt.

8. Die wellenartigen Schwankungen des Volumpulses sind regelmässig periodisch hängen von den Atmungsbewegungen nicht ab und stellen Wellen dritter Ordnung der Schwankungen der plethismographischen Kurve dar.

9. Die vom Verfasser beobachteten Erscheinungen der Veränderung des Charakters der Antwortreaktion des Gefässsystems und das Erscheinen von Wellenspielen sich unter der Wirkung der Prozesse der Hirnrinde ab

К ВОПРОСУ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ КАЧЕСТВЕННО- РАЗЛИЧНОМ ПИТАНИИ

А. А. Миттельштедт

Из физиологической лабор. Ин-та им. Обуха и отдела специальной физиологии Ин-та питания [зав. лаб. — проф. И. П. Разенков (Москва)]

Обмен веществ в организме не является постоянной величиной. Напротив, характер обмена веществ зависит от многих разнообразных условий. Оставляя в стороне различные и многообразные факторы, влияющие на обмен веществ, обратимся к зависимости характера обмена веществ от рода питания. В наше время этот вопрос приобрел громадное значение, так как характер обмена веществ в свою очередь зависит от характера труда. Вследствие этого не все люди в своей повседневной работе расходуют в организме одни и те же вещества, в одинаковом количестве и соотношениях, а, следовательно, и питание разных групп трудящихся должно быть различным. Физиология обмена веществ работающего организма в настоящее время изучена далеко не полностью. Можно даже сказать, что этот вопрос еще ждет своих исследователей. И вопрос разработки рационального питания для различных групп трудящихся имеет поэтому огромное значение.

Перед физиологической лабораторией Института им. Обуха была поставлена задача выработать исходные точки зрения для постановки правильного питания рабочих в горячих цехах и в дальнейшем установить нормы такого питания¹.

Прежде чем ставить на разрешение наш конкретный вопрос пришлось провести целый ряд предварительных исследований. Останавливаться на разборе этих предварительных исследований не представляется возможным, но следует указать, что результаты их значительно облегчили постановку работы. Так, между прочим, предварительные исследования по вопросу о влиянии высокой температуры на животных в моменты, когда самое влияние температуры исключено, указали на то, что наступающее изменение обмена не проходит вслед за прекращением самого воздействия температуры. Работы химического отделения лаборатории [Северин (1), Дервиз (2), Воскресенский и др.] показали, что в химизме крови и пота при действии высокой температуры наступают совершенно определенные изменения; именно, у животных в крови, а у людей в поту скопляются такие продукты обмена, как молочная кислота; следовательно, в обмене веществ в этих случаях наступают какие-то качественные изменения. В белковых компонентах крови обнаруживаются очень резкие изменения. Если просмотреть литературу об обмене веществ под влиянием высокой температуры, то оказывается, что большая часть работ занята вопросом об обмене веществ во время воздействия высокой внешней температуры. Только

¹ Работа впоследствии приводилась соединенными силами физиологической лаборатории и отдела специальной физиологии Ин-та питания. В проведении анализов принимала участие Гуровская С. И., Кафиева Е. А., Либина Е. М. и Лызлова А. В.

в последние годы появились исследования по обмену веществ после окончания воздействия высокой температуры. Особняком стоят работы, где решается вопрос об обмене веществ при перемене климата.

Наиболее многочисленна первая группа работ. Не останавливаясь на ней подробно, следует указать на общий вывод:

1) под влиянием высокой внешней температуры падает потребление кислорода и выделение угольной кислоты; 2) если при воздействии высокой температуры наступает перегревание организма, то потребление кислорода и выделение угольной кислоты повышаются; 3) в организме появляются при этом недоокисленные продукты обмена, напр. молочная кислота и др.

Немногочисленные работы второй группы Плаут [Plaut (3)], Миттельштедт (4) показали, что изменение газового обмена не прекращается с окончанием воздействия высокой температуры, а неодинаковые изменения в количестве потребленного кислорода и выделенной угольной кислоты свидетельствуют о качественном изменении обмена (Миттельштедт), без указания, однако, на то, каково это изменение

Когда ставится вопрос о величине обмена веществ под влиянием высокой температуры и выработке в этих условиях пищевого рациона, то обычно сейчас же ссылаются на практику питания в жарких странах. Вряд ли можно думать, что влияние жаркого климата сказывается воздействием только высокой температуры. И все попытки связать непосредственно изменение обмена веществ под влиянием высокой температуры в нашем климате с тем, что наблюдается под тропиками, вряд ли можно назвать удачным. По этому вопросу, как известно, существует обширная литература. В 1930 г. Мэртин [Martin (5)] сделал сводку этих работ, проведя дополнительные наблюдения на самом себе; его вывод: колебания обмена веществ при перемене климата может происходить как в сторону плюса, так и в сторону минуса. Большую роль здесь играет индивидуальность.

Вышеуказанные работы касаются, главным образом, вопросов об изменении газового обмена. Имелись попытки выяснить характер белкового обмена, но до настоящего времени этот вопрос не разрешен. Собственно, большая часть этих работ не имеет прямого отношения к нашей теме, но все же с этими данными приходится считаться. Наиболее полно вопрос обсуждается у Е. Графе [E. Grafe (6)], С. Предтеченского (7), Г. Фрейнд (H. Freund) и Е. Графе (8), Изеншмид [Isenschmid (9)], Г. Кон и Г. Гесслер [H. Cohn и H. Gessler (10)].

Если не дается ответа на вопрос о белковом обмене во время воздействия высокой температуры, то, конечно, даже не приходится искать такого ответа для времени после окончания воздействия высокой температуры. А между тем это-то и является наиболее важным. Ведь если в течение более или менее долгого срока человек подвергается ежедневному воздействию высокой внешней температуры и если высокая температура оказывает воздействие на обмен веществ в организме, то возникает вопрос, как повлиять в конце-концов эти ежедневные изменения на его обмен? Будет ли всегда наступать выравнивание возникших изменений или же постепенно в организме должны развиться стойкие нарушения в результате повторных воздействий. И при „продолжающемся и чрезмерно усиленном раздражении количеством повышенный обмен веществ может испытать качественное изменение и выродиться в патологический процесс“ [Р. Майер (R. Mayer) (11)].

И если изменение обмена не исчезает с устранением воздействия высокой внешней температуры, то при расчете пищевого рациона это необходимо учитывать; но прежде чем учитывать, его придется доказать.

Встречаются, наконец, отдельные работы по солевому обмену, но следует сознаться, что самая постановка опытов солевого обмена крайне сложна, и в разрешении этого вопроса следует искать новых путей.

Таким образом более или менее определенные данные имеются только по вопросам изменения при высокой температуре газового обмена. И такое положение весьма понятно.

Рубнер [Rubner (12)], показал, что изучение газового обмена в известных условиях дает вполне точную характеристику количественного изменения обмена веществ и энергии у животных и у человека, если при этом измерено количество выведенного азота. И, хотя из данных Рубнера вовсе не следовало, что в питании человека имеет значение только количественная сторона обмена, этим данным придали совершенно исключительное значение, и качественная сторона питания на некоторый срок довольно основательно выпала из поля зрения, главным образом, практиков питания. И мы видим, что при установке пищевых рационов количественная сторона определяла все.

Говоря о качественной стороне питания, мы имеем в виду главным образом белковое питание, считая, что характеризующим моментом для жизни и деятельности является обмен веществ и для теплокровных, именно обмен белковый. Это, конечно, не исключает того, что другим составным частям пищи — углеводам, а может быть и жирам — также присуща особая роль кроме чисто энергетической [Кетскэрт (Cathcart) (16), Рубнер].

Как известно, выдающееся значение белка в питании подчеркивал К. Фойт [С. Voit (14)] и в особенности Е. Пфлюгер [E. Pflüger (15)], но тем не менее в последующих работах особое внимание уделялось минимальному содержанию белка в пище.

Вопрос о минимальном содержании белка в пище имеет, конечно, большое теоретическое значение, но практически решение этого вопроса пока ничего не дало, так как до настоящего времени нет данных о функциональном состоянии организма, сохранившегося на белковом минимуме (Рубнер) (15).

Перед нами выступает вопрос о количестве и качестве белка, необходимым для полного развития трудоспособности при различных условиях. Если исходить из нормы 1 г белка на 1 кг веса тела, то это в общем может быть и будет достаточным, но в части случаев этого окажется мало. Проблема белкового питания усложняется еще тем, что нам крайне мало известна функция белка в организме. Мы привыкли считать, что функция белка пищи в организме заключается в том, что белок пищи предохраняет от распада и замещает потерю белка клеточной протоплазмы, дает отложения про запас (ясно выражено во время роста организма). Но функционально разные белки различны, и кроме того уже Рубнер указывает, что „нам ничего неизвестно о динамической величине белка“.

После всего изложенного будет понятно, что, ставя вопрос о выработке рационального питания для лиц, занятых в горячих цехах, невозможно было воспользоваться изучением только газового обмена в данных условиях, и большое внимание пришлось уделить поведению белка.

В этой части работы удалось затронуть только количественную сторону белкового обмена, хотя, несомненно, что и качественная сторона играет важную роль.

План работы предполагалось провести в два приема. Первая часть работы проводится в лабораторных условиях над испытуемым, помещенным в клинику¹ для правильного учета вводимого (пищи, питья) и выводимого (моча, кал). На лабораторную часть исследований испытуемый приходит в сопровождении наблюдающего персонала. Вторая часть работы должна была быть проведена на производстве, где испытуемыми были бы рабочие. Такая постановка вопроса правильна и оправдывается тем, что производственные условия не дают возможности длительно проводить точный учет, а лабораторная постановка не может учесть влияния социальных, особенно производственных факторов, без чего невозможна правильная выработка рациона. Вторая часть работы прделана Институтом питания, о чем следует отдельное сообщение Кабанова и Равкина.

В первой части работы испытуемое лицо получало длительно (месяц) питание с большим содержанием животного белка.

За этот срок у него определяется величина газового обмена в сутокных 12-часовых или 8-часовых опытах в камере, построенной по типу камер М. Н. Шатерникова, в основу которых, как известно, положен принцип системы Реньо и Рейзе. Вместимость камеры несколько больше 10 куб. м.

В день исследования обмена испытуемый получал пищу, состоящую из какао, сваренного на молоке с сахаром, молока и белого хлеба (450 г); молока (вместе с какао)

¹ Клиника лечебного питания Ин-та питания. Пользуемся случаем выразить свою благодарность руководителю клиники проф. М. И. Певзнеру, д-рам М. Я. Тропп и Р. А. Жаботинской.

выдавалось 1 литр, сахару 20 г, в камере испытуемый проводил время, лежа в постели за чтением; большую часть времени он спал.

В указанном количестве пищи азота вводилось в среднем около 9,3 г. Выведенный азот контролировался определением в моче и в кале¹. В дни, когда не было опыта газового обмена, испытуемый, как уже было указано, получал пищу, богатую мясом. Приблизительный калораж этой пищи — 3000, с содержанием белка соответствующим 25 г азота в сутки; это составит около 21% белковых калорий; вся остальная калорийная потребность покрывалась углеводами и жирами. Калорийская величина была нами взята в согласии с данными многих авторов, вырабатывавших количественно пищевой рацион для горячих цехов. И хотя для условий опыта эта величина, конечно, велика, но нашей задачей и было исходить из избытка. Учтявая количественную сторону питания, главное внимание все же обращалось на качественный состав пищи. По прошествии месяца испытуемый ежедневно (за исключением выходных дней и дней опытов газового обмена) просиживал два часа в температурной камере, при показании сухого термометра камеры 50° и влажного — 35° (это соответствует напряжению водяного пара равному 29 мм ртутного столба, что укажет на относительную влажность в 31,7%). Во время пребывания испытуемого в температурной камере у него каждые полчаса определялась температура тела (в ротовой полости), подсчитывалось число пульсовых ударов и дыханий. До входа в температурную камеру и по выходе из нее испытуемый взвешивался, а, следовательно, имелась возможность судить о величине потери воды организмом во время нагревания. Через 20 мин. при выходе из температурной камеры и пульс, и дыхание, и температура тела обычно возвращались к исходной величине. Ежедневные посещения температурной камеры длились месяц, а затем испытуемый в течение 17 дней получал все ту же пищу. Во все эти три периода наблюдения над обменом испытуемого протекали совершенно одинаковым образом. После мясного режима п. и той же порции было проведено исследование на режиме, бедном животным белком, при 10,2% белковых калорий, при точном введении белка около 75 г.

При изложении полученных результатов придется говорить о данных газового обмена, обмена азота, о выделении мочой углерода и некоторых солей.

При исследовании интенсивности окислительных процессов получено следующее:

ТАБЛИЦА 1

Мясная диета

Дата	Вес тела	Абс. колич. в 1 ч. в см ³ на вес тела		на 1 кг и 1 ч.		Дых. коэф.	Т° респир. аппарат.	Примеч.
		Потр. O ₂	Выдел. CO ₂	Потр. O ₂	Выдел. CO ₂			
14/III—31	70,2	17 963	16 241	256	232	0,960	16,2°	Ежедневное нагревание с 28/III
25/III	69,2	16 125	15 987	232	230	0,991	16,5°	
3/IV	70,1	18 546	17 942	265	256	0,966	15,9°	
13/IV	70,1	17 462	15 562	251	224	0,892	15,5°	
23/IV	69,0	17 489	16 367	253	237	0,962	16,4°	
4/IV	69,4	23 231	22 273	324	320	0,958	16,3°	27/IV
13/V	68,5	24 264	22 838	354	333	0,940	14,7°	включ.

Приведенные цифры показывают, что потребление кислорода в период до нагревания и в период нагревания при мясном режиме не изменяется; разница между двумя крайними величинами по отношению к наименьшей составляет 14%. Эта величина хотя и лежит за пределами возможной ошибки таких опытов, но дело в том, что мы определяли не основной обмен: испытуемый в камере получал пищу, следовательно, процент разницы между двумя опытами, не превышающий 6—7% при определении основного обмена, в данном случае может

¹ Определение азота в моче производилось методом Kjeldal'я, в пище и кале — по Kjeldal-A р у т и н с к о м у.

ТАБЛИЦА 2

Углеводистая диета

Дата	Вес тела	Абс. колич. в 1 ч. в см ³ на вес тела		на 1 кг и 1 ч.		Дых. коэф.	Т° респир-аппар.	Примеч.
		Потр. O ₂	Выдел CO ₂	Потр. O ₂	Выдел CO ₂			
31/V 1931 г.	67,6	20 028	14 540	295	215	0,728	17,6°	Ежеднев. нагреван. с 2/VI по 15/VI включ.
7/VI	66,3	25 588	18 764	384	282	0,734	26,4°	
14 VI	66,3	22 845	18 504	343	278	0,810	16,9°	
19/VI	65,2	25 298	20 223	387	308	0,795	17,2°	

выйти за эти пределы. Другое дело величина газового обмена по окончании периода нагревания: здесь необходимо отметить, что потребление O₂ повышено по отношению к средней величине до нагревания на 41%, а по отношению к средней величине во время нагревания это нарастание составит 34%.

Что касается второго режима, то здесь мы имеем некоторое нарастание обмена под влиянием воздействия высокой внешней температуры (20%), не сразу выравнивающееся после прекращения нагревания. Нужно отметить, что эту серию опытов не удалось закончить в предполагавшийся срок, так как самочувствие испытуемого вызвало опасения, и его пришлось отпустить раньше, хотя он старался скрыть свое состояние. Можно прибавить, что хотя период нагревания на втором режиме продолжался всего две недели, последние дни испытуемый не мог провести в камере 2 часов, что он делал совершенно свободно при первом режиме.

Рассматривая приведенные таблицы, следует отметить, что величины выделения угольной кислоты в первые два периода первого режима не резко разнятся между собой, давая среднее колебание—14%, т. е. такое же, как и для потребления кислорода. В период после нагревания имеет место нарастание в выделении угольной кислоты по отношению к периоду до нагревания; это нарастание равно 14%, т. е. такое же, как и для потребления кислорода, а по отношению к средней величине во время нагревания оно составит 36%.

Дыхательный коэффициент довольно высокий, но особенно на нем останавливаться не приходится, так как испытуемый в камере получал пищу.

В опытах при втором режиме отмечается более низкий дыхательный коэффициент, хотя во время опыта газового обмена испытуемый постоянно получал приблизительно одну и ту же пищу, о чем было сказано выше. Чем объясняется повышение обмена веществ после прекращения ежедневных нагреваний? Точного ответа на этот вопрос пока дать нельзя. Возможно предположить, что в этом периоде из организма удаляются те продукты неполного окисления, которые могли скопиться в период ежедневных нагреваний. Но это только предположение. Нет пока объяснения и того факта, что при режиме, бедном животным белком, мы имели более высокие цифры для потребления кислорода. Если бы здесь было можно произвести расчет сгорания отдельных компонентов, то полученные данные указывали бы на преимущественное сгорание углеводов при первом режиме и на преимущественное сгорание жиров — во втором. Однако известно, что при

ТАБЛИЦА 8

Выведение азота мочой в предварительный период I режим

1931 г.		Февраль													
		I режим													
Дата		27	28	2	3	7	8	9	11	12	13	16	17	13	27
Суточное количество азота в г		20,9	21,2	20,7	19,6	19,3	20,9	19,0	21,4	21,8	18,6	22,1	21,8	20,4	22,1

От момента начала ежедневных нагреваний в моче определяется азота меньше, а именно:

Выведение азота мочой в период нагревания. I режим

1931 г.		Апрель															
		I режим															
Дата		28	29	31	2	3	8	12	13	16	17	18	21	22	23	26	27
Суточное количество азота в г		15,1	18,1	16,2	15,8	15,7	18,1	19,1	15,1	15,5	17,0	17,1	19,6	15,5	15,4	17,4	18,2

По окончании ежедневных нагреваний содержание азота в моче было таково:

Выведение азота мочой в заключительном периоде. I режим

1931 г.		Май													
		I режим													
Дата		28	3	4	5	7	8	9	10	12	13	14			
Суточное количество азота в г		16,4	15,7	12,9	16,3	13,9	16,2	17,3	17,6	19,7	13,8	19,8			

явлениях перегревания организма образуются продукты неполного окисления; как быстро они выводятся — нам пока неизвестно; следовательно, хотя приведенные опыты и проделаны по истечении по крайней мере 20 час. после предыдущего нагревания, все же не представляется возможным производить такие вычисления. Если посмотреть, что происходило в белковом обмене, то окажется следующее: при описании постановки опытов было указано, что испытуемый при первом режиме получил 21% всех калорий пищи из белка (около 156 г белка в сутки). Суточное выведение азота мочой не строго постоянно, но колеблется очень близко около одной величины, именно около 20 г.

Рассматривая величины выведения азота мочой в дни нагревания, мы видим несомненное снижение выведения азота, но если посмотреть на выведение азота в выходные дни за этот период, то там увидим величины, близкие к величинам периода до нагревания, но несколько превышающие их (средняя величина 21,7 г).

ТАБЛИЦА 4

Выведение азота мочой в выходные дни. I режим

Дата	1931 г. Апрель				
	5	10	15	20	25
Суточное количество азота в г	23,6	22,6	22,0	21,7	18,7

т. е. в дни без нагреваний азота выводилось больше, чем в дни нагреваний, и больше, чем в предопытный период.

В заключительном периоде величины выводимого азота еще ниже, чем были во время опытного периода. Если взять средние цифры из всех данных, получаем:

ТАБЛИЦА 5

Выводится азота в моче за сутки:

I период	II период	III период
20,7 г	16,8 г	16,3 г

Потери азота калом в разные периоды дают почти постоянные величины.

Для того, чтобы полностью оценить полученные данные, необходимо было бы иметь данные относительно потери азота потом. При определении обмена азота у человека, особенно в условиях высокой внешней температуры, необходимо учитывать потерю азота потом, но здесь мы можем воспользоваться только литературными данными. Крамер [Cramer (17)] в 1890 г. показал что в то время как при покое в свежей температуре человек отдает за 24 часа в поту 13 мг азота (к сожалению, автор не указывает пищевого режима его испытуемого), при ходьбе в жаркий день эта величина резко поднимается (до 7 мг и выше). Следовательно, можно думать, что и в разбираемом случае недостаток азота по сравнению с введенным следовало бы искать в поту, хотя этот недостаток слишком велик, чтобы его можно было покрыть величиной азота, выводимого потом; при этом низкие цифры

азота мочи по окончании периода нагревания все же останутся необъясненными. Если обратить теперь внимание на выведение азота мочой при режиме бедном белком, то получится следующее.

В этот период испытуемый получал около 75 г белка в сутки, т. е. в его пище было около 10,2% белковых калорий,—величина более высокая, чем минимальная цифра Рубнера.

ТАБЛИЦА 6

Выведение азота мочой в предварительный период. II режим:

1931 г.		Май						
Дата	19	20	22	23	24	27	28	29
Суточное количество азота в г	10,0	10,0	9,9	11,2	10,8	11,6	10,5	10,4

В данном случае, в соответствии с меньшим введением белка в организм, наблюдается и меньшее выведение азота в моче.

С 2/VI начало нагреваний с перерывами в выходные дни и в дни опытов газового обмена.

ТАБЛИЦА 7

Выведение азота мочой в период нагревания. II режим.

1931 г.		Июнь						
Дата	2	3	4	8	9	12	13	
Суточное количество азота в г	10,4	12,2	15,2	9,6	12,4	8,7	10,1	

По цифрам этой таблицы мы не можем отметить того, что было отмечено для I режима, т. е. здесь нет дефицита азота в моче, наоборот, наблюдается перевес выведения над введением.

В заключительном периоде имеем:

ТАБЛИЦА 8

Выведение азота мочой в заключительный период. II режим.

1931 г.		Июнь		
Дата	16	17	18	
Суточное количество азота в г	14,9	11,8	10,8	

Средние величины для отдельных периодов будут таковы:

ТАБЛИЦА 9

I период	II период	III период
10,5 г	11,2 г	12,5 г

т. е. в этих опытах мы видим нарастание в выведении азота мочой. И если принять во внимание, что наши величины выводимого азота уменьшены на величину потери азота потом (для II периода), то потеря азота организмом будет еще больше.

Для характеристики азотистого обмена следует привести еще и такие данные: выше было сказано, что в опытах с нагреванием включались дни опытов газового обмена и в эти дни нагревания не проводилось. Кроме определения величин газового обмена в эти дни определялся также и обмен азота: учитывалось количество введенного и выведенного, причем еда в эти опытные дни была одна и та же (конечно, были колебания за счет колебаний состава молока и хлеба, присылавшегося на опыт клиникой).

Полученные результаты сведены в такие таблицы:

ТАБЛИЦА 10

Выведение азота мочой в дни опытов газового обмена в г за сутки

I режим

Дата	14/III	3/IV	13/IV	23/IV	4/V	13/V
г азота	14,2	15,8	15,2	15,3	13,0	13,8

II режим

Дата	20/V	31/V	7/VI	14/VI	19/VI
г азота	9,3	8,9	10,8	11,1	9,3

В дни этих опытов, как указывалось выше, белка в организм вводилось меньше, чем в обычные дни, поэтому и разложение белка соответственно меньше. Исходные величины для этих опытов, напр. 14/III и 24/V, неравны при одинаковом введении белка, потому что введение белка в предыдущие дни было неодинаково: мы помним, что в I режиме белка вводилось около 156 г, а во II около 75 г, от этого и зависит колебание выведения белка в этих опытах.

Но дальше мы видим, что в период нагревания при тех же условиях величина распада белка растет как при I, так и при II режиме, снижаясь по прекращении периода нагревания. При качественном сходстве, однако, здесь имеется количественное различие, и при I режиме происходит увеличение распада на 8,4%, а при втором несколько выше (21%).

Таким образом, изучая обмен азота, мы наблюдаем, что в дни нагреваний при I режиме имеется задержка азота организмом, что выражается в понижении выведения азота мочой. В дни без нагреваний, при том же введении азота с пищей, в моче его выводится больше, чем в период до нагревания. В дни без нагреваний и при пониженном введении азота с пищей количество его в моче в период нагревания возрастает по сравнению с выведением в тех же условиях в периоды до и после нагревания. При II режиме в дни нагреваний организм выводит азота больше, чем вводит. Это же наблюдается и в дни без нагреваний.

¹ Двойной чертой выделены опыты, падающие на период нагревания.

Приведенные данные показывают, что в условиях ежедневных перегреваний азотистый обмен претерпевает какие-то изменения, причем на режиме бедном белком происходит потеря азота организмом. Мы знаем, однако, что выделение азота говорит только за расщепление белка, и по выделению азота нельзя делать заключения о потреблении белка организмом, и отщепление или отложение группы азота из белковой молекулы могут обусловить отклонения в белковом обмене, рассчитанном по азоту. Решить правильно вопрос могут только детальные исследования азотистого обмена.

Следует указать, что в то время как на I режиме испытуемый довольно хорошо удерживал свой вес, потеряв за срок с 27/II по 14/V 1,7 кг, т. е. около 2% от своего исходного веса, при II режиме за срок с 15/V по 19/VI он потерял 3,3 кг, т. е. около 5% от своего первоначального веса. О меньшей выносливости испытуемого к воздействию высокой внешней температуры при II режиме было уже сказано выше. Это обстоятельство, главным образом, в связи с повышенным выделением азота в моче, заставляет думать, что при действии высокой внешней температуры при II режиме происходит повышенный распад белка.

Прежде чем перейти к обсуждению полученного материала, необходимо коснуться некоторых вопросов, которые выявились в процессе работы. Кроме газового обмена и обмена азота в моче последовательно проводилось определение хлора, натрия, фосфора, кальция и углерода.

Жигон [Gigon (18)] в одном из своих исследований приходит к выводу, что в колебаниях азота и фосфора в моче в опытах с изучением специфически-динамического действия различных пищевых веществ он находил полный параллелизм: это казалось бы интересным с точки зрения характеристики белкового обмена, но, к сожалению, такого параллелизма в разбираемых опытах установить не удалось: содержание фосфора¹ изо дня в день колебалось крайне незначительно как для первого режима, так и для второго. Колебаний в содержании кальция² также не удалось отметить. Что касается выведения этих компонентов в кале, то и там не было отмечено чего-нибудь закономерного.

Как выделяется в моче натрий и хлор в условиях опыта?³

Надо сказать, что выделение натрия в моче в общем точно следует за выделением хлора, но количественно отстает от него.

Выделение хлора⁴ в моче в разные периоды наблюдений и при разных режимах протекает по-разному, о чем свидетельствуют приводимые ниже таблицы:

ТАБЛИЦА 11

I режим. Выведение хлора мочой

Предварительный период

1931 г.

Март

Дата	6	7	8	9	11	12	13	17	18	19	23	24	26
Суточное выделение хлора в г	13	13,8	15,9	15,0	14,4	11,4	8,6	14,2	12,7	10,4	12,8	15,2	9,4

Средняя величина — 12,8 г

¹ Определение фосфора в моче производилось титров. ураном по Spaeth.

² Количество кальция определялось методом Крамер и Тисдал.

³ Натрий определяется по методу Мюллера (Müller), видоизмененному Балин-томо (Bálint).

⁴ Хлор — методом Фольхард (Voilhard), с видоизменением Арнольд-Сальковского (Arnold-Salkowski).

Период нагревания

1931 г.	Март		Апрель									
	Дата	28	29	2	7	8	12	17	18	22	25	27
Суточное количество хлора в г	9,2	10	11,9	11,8	14,1	11,3	11,7	12,6	7,5	9,3	12,0	

Средняя величина — 11,0 г

Заключительный период

1931 г.	Апрель			Май					
	Дата	28	2	3	5	7	10	12	14
Суточное количество хлора в г	17,3	9,7	12,3	10,6	8,4	15,2	13,4	9,9	

Средняя величина 12,1 г

Т. е. в среднем имеется снижение выделения хлора мочой при действии высокой внешней температуры. Это снижение, вероятно, следует отнести за счет потери хлора потом.

При II режиме картина была такова:

ТАБЛИЦА 12

II режим. Выведение хлора мочой в г за сутки

Предварительный период

1931 г. Май

Дата	17	18	19	20	22	23	28	29	30	31
Колич. хлора в г	8,5	10,3	12,0	9,4	8,5	12,0	11,7	11,0	11,3	9,0

Средняя величина — 10,4 г.

Период нагревания

1931 г. Июнь

Дата	2	3	4	8	9	12	13
Колич. хлора в г	6,1	5,5	9,2	3,2	2,6	6,5	6,4

Средняя величина — 5,7 г.

Заключительный период

1931 г. июнь

Дата	16	17	18
Количество хлора в г	10,9	10,4	11,4

Средняя величина — 10,9 г.

По вопросу о выделении хлора потом имеются интересные данные Маршака и его сотрудников, указывающие на то, что с удлинением времени потения концентрация хлора в поту не остается постоянной за все время потения — она увеличивается. Если считать, что время потения при обоих режимах было приблизительно равным (ясное потоотделение наступало обычно через полчаса после входа в температурную камеру), то расчет потери пота во время нагревания по весу показывает следующее:

ТАБЛИЦА 13

I режим				II режим	
Дата	Потеря веса в г	Дата	Потеря веса в г	Дата	Потеря веса в г
28/III	1050	16/IV	1350	2/VI	1700
29	1280	17/IV	1900	3/VI	1150
1/IV	2300	19/IV	1200	4/VI	1250
2/IV	1480	20/IV	2000	5/VI	1700
4/IV	1600	22/IV	1950	8/VI	1450
7/IV	1450	24/IV	2150	9/VI	1100
8/IV	1300	26/IV	1850	10/VI	950
9/IV	1600	27/IV	1300	12/VI	1100
12/IV	1750			13/VI	1250
14/IV	2850	Среднее	1700	15/VI	1350
				Среднее	1300

т. е. при II режиме потеря воды потом абсолютно меньше, чем при I режиме. И если правильно, что понижение хлора в моче зависит от повышения выделения его потом, то при II режиме концентрация хлоридов в поту окажется выше и, следовательно, величина потери хлора потом зависит от характера питания. Этот факт важен не только сам по себе: он указывает на более резкие нарушения в организме под влиянием высокой температуры при II режиме по сравнению с I режимом.

Остается разобрать последний вопрос, а именно вопрос о содержании в моче углерода.¹ Тангль [Tangl (19)] в своей работе приводит данные многих авторов по вопросу об отношении C/N в моче людей при различных условиях: при голодании, при различных видах питания колебания здесь очень широки. Стоит ли это соотношение в какой-нибудь связи установить с характером питания? Шольц (Scholz) пришел к выводу, что такой связи установить невозможно, но Тангль полагает, что эта связь несомненна, и для питания углеводистой пищей он получал отношение выше 0,9, для жировой — около 0,7. Прегль (Pregl) считает, что величина отношения C/N в моче у человека обуславливается присутствием оксипротеиновых кислот, и с этой точки зрения мы и были заинтересованы в получении материала.

На основании приведенных данных нельзя пожалуй сделать выводов о присутствии в моче при одном и том же режиме в том или в другом периоде оксипротеиновых кислот, но при II режиме их несомненно выводится больше; в этом отношении ясность будет внесена только более детальными исследованиями мочи, так как пока нельзя сказать, идет ли здесь речь действительно о большом выведении оксипротеиновых кислот или это будут какие-нибудь другие органические кислоты.

¹ Определение углерода в моче производилось по методу Мессингер-Гупперт-Спиро (Messinger-Huppert-Spiro) мокрым путем.

ТАБЛИЦА 14

I режим

Дата	в з		с/Н	Дата	в з		с/Н
	Н	с			Н	с	
1931 г.				28	15,1	15,5	1,02
27/II	20,9	20,0	0,94	29	18,1	16,0	0,88
28	21,2	16,6	0,78	2/IV	15,8	15,4	0,97
3/III	19,6	18,4	0,93	12	19,1	18,7	0,97
8	20,9	20,5	0,98	17	17,0	15,6	0,92
9	19,0	19,3	1,01	22	15,5	15,6	1,00
12	21,8	21,1	0,97	27	18,2	15,9	0,87
17	21,8	16,4	0,75				
18	20,4	17,4	0,85 ¹	5/V	16,3	16,5	1,01
				14	19,8	17,2	0,87

ТАБЛИЦА 14 а

II режим

Дата	в з		с/Н
	Н	с	
1931 г.			
19/V	10	11,3	1,13
22	9,9	11,8	1,20 ²
28	10,5	11,5	1,10
4/VI	15,2	14,2	0,93
9	12,4	11,3	0,91
13	10,1	11,4	1,12
17	11,8	12,3	1,04
18	10,8	15,7	1,45

а качественная сторона обмена в вышеприведенных данных показывает, что при воздействии высокой внешней температуры необходимо считаться с изменением белкового обмена. Мы знаем, что повышение сгорания белка, и только оно, может повысить потребление кислорода, т. е. повысить окислительные процессы. На режиме бедном белком в период нагревания мы имеем более высокие цифры потребления кислорода, чем на мясном режиме. Это повышение отчасти следует отнести на счет окисления продуктов неполного сгорания, скопившихся во время нагревания. Одновременное изменение выведения азота мочой, а именно перевес выведения над введением, заставляет предполагать усиление распада белка в организме при повторных длительных перегреваниях.

Этих явлений при I режиме, когда белок вводился в большом количестве, не наблюдалось: вводимого белка было достаточно для покрытия всех нужд, а, следовательно, не было и оснований для потери белка организмом. Почти полное удержание веса тела испытуемого во время периода нагреваний при I режиме и неуклонное падение его при II еще более укрепляет такое соображение.

¹ С 28/III начало ежедневных нагреваний.

² С 2/VI ежедневные нагревания.

Изложенный материал можно суммировать так:

1. Под влиянием высокой внешней температуры происходит изменение азотистого обмена, выражающееся в задержке азота организмом в условиях достаточного подвоза белка и дающее повышение выведения азота при недостаточном содержании белка в пище.

2. При достаточном подвозе белка интенсивность окислительных процессов в период воздействия высокой внешней температуры не изменяется по сравнению с периодом до нагревания и возрастает с прекращением воздействия высокой температуры. При пище с малым содержанием белка наблюдается в период нагревания повышение интенсивности окислительных процессов.

3. При режиме с малым содержанием белка в моче выводится меньше хлора по сравнению с выведением в период достаточного подвоза белка.

4. Отношение количества углерода к азоту держится на более высоких цифрах при режиме бедном белком по сравнению с режимом богатым им.

5. Выведение фосфора в моче не идет параллельно с выведением азота и дает приблизительно постоянную величину для обоих режимов во все периоды исследования.

6. Количество кальция и натрия мочи не обнаруживает каких-нибудь особых закономерностей.

Что же, следовательно, нужно рекомендовать в пищу рабочему горячего цеха? Рубнер указывает, что если имеет место потеря белка, то ее следует выравнять введением больших доз, так как время, в течение которого будет достигнуто нужное накопление белка, будет тем короче, чем больше введено белка. И вот здесь мы встречаемся с вопросом о количестве белка в организме. Выше коротко был затронут вопрос о белковом минимуме; следует прибавить, что всякая работоспособность будет выше на белковом оптимуме. Пфлюгер (15), разбирая законы белкового обмена, говорит, что мышечная сила борцов (английских) появилась не в результате питания их смальцем и жареным картофелем; напротив, в их пище видную роль играет большое количество мяса; можно считать, что белковые запасы борцов находились в оптимуме.

При учете всего сказанного ясен практический вывод сделанной работы: рабочему в горячем цехе нужно иметь в резерве белок; так как резерв белка обычно все же ограничен, то нужно его дать в достаточном количестве в пище.

Вот на что указывает это экспериментальное исследование. Но окончательный ответ будет получен после проверки на производстве высказанного предположения, когда возможен учет влияния всех производственных условий.

Поступило в редакцию

2 июня 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Северин С. Е. Труды IV Всесоюзного съезда физиологов, стр. 213.—2. Дервиз Г. В. же, 72.—3. R. Plaut и E. Wilbrand. *Zschr. f. Biol.* 74, 191, 1927.—4. Миттельштедт. Труды IV Всесоюзного съезда физиологов, 151.—1930 г. 5. Ch. Martin. *The Lancet* II, 617, 1930.—6. E. Grafe. *Erg. d. Phys.* 21, Abt. II, 1923.—7. С. Предтеченский. Дисс. 1901 г. СПб.—8. H. Freund и E. Grafe. *D. Arch. f. kl. Med.* 121, 1916.—9. I. S. Schmi d. Arch. f. exp. Path. 85, 271, 1920.—10. H. Cohn u. H. Gessler. *Pfl. Arch.* 207, 396, 1925.—11. R. Mayer. Органическое движение в его связи с обменом веществ. Бюллетень заочной консультации НКП, 1931 г.—12. M. Rubner. *Zeitschr. f. Biol.* 21 1885.—13. E. Cathcart. *The Journ. of phys.* v. 39, p. 311, 1909—1910. 14. C. Voit. *Hermann's Hndb.* 6, 1881.—15. E. Pflüger. *Arch. f. ges. Phys.* 54, 333, 1893.—16. M. Rubner. *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1918.—17. Cramer (по Рубнеру), *Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abt. Hf.* 1—4, 373, 1919.—18. A. Gigon. *Pfl. Arch.* 140, 509, 1911.—19. Tangl. *Arch. f. Phys. Suppl.* 251, 1899.

ZUR FRAGE ÜBER DEN STOFFWECHSEL IM ORGANISMUS UNTER DER WIRKUNG HOHER ÄUSSERER TEMPERATUR BEI QUALITATIV VERSCHIEDENER ERNÄHRUNG

Von A. A. Mittelstedt ¹

Aus der Physiologischen Abteilung des W. A. Obuch-Instituts und der Abteilung für spezielle Physiologie des Instituts für Volksernährung. Vorstand: Prof. I. P. Rasenkow

Die Arbeit hat zur Aufgabe, die Veränderungen des Stoffwechsels im Organismus des Menschen, welche bei wiederholten dauernden Überwärmungen eintreten, aufzuklären; das endhültige Ziel der Arbeit ist die Feststellung einer rationellen Ernährung für Personen, welche in Werkstätten mit hoher Temperatur arbeiten.

Die Versuche wurden an Leuten angestellt. Es wurden der Gas- und Stickstoffwechsel, sowie die Ausscheidung durch den Organismus von Kohlenstoff, Chlor, Natrium, Kalzium und Phosphor untersucht.

Die vorliegende Mitteilung bezieht sich nur auf die Untersuchung der Frage in Laboratoriumsbedingungen. Die Erwärmung wurde täglich in einer speziellen Temperatorkammer angestellt, wobei der trockene Thermometer 50° zeigte, die Feuchtigkeit aber dem Druck einer Quecksilbersäule von 29 mm entsprach. Zur Beobachtung und Berechnung der Ernährung trat die Versuchsperson in die Klinik ein. Während der Beobachtung wurde die Versuchsperson auf einer Diät von 156 Gr. und 75 Gr. Eiweiss gehalten.

Die Gasumsatzversuche (8—12 und 24 Stunden) wurden in einem Respirationsapparat ausgeführt, welcher nach dem Typ des Apparats von Prof. M. N. Schaternikow konstruiert war. Die Bestimmungen des Stickstoffs, des Kohlenstoffs und der Salze wurden in Tagesharnportionen ausgeführt.

Die erhaltenen Ergebnisse sind, wie folgt:

1. Unter der Wirkung einer hoher äusseren Temperatur findet eine Veränderung des Stickstoffwechsels statt, welche in der Aufhaltung des Stickstoffs durch den Organismus bei genügender Eiweisszufuhr Ausdruck findet, bei ungenügendem Stickstoffgehalt der Nahrung aber eine erhöhte Stickstoffausscheidung ergibt.

2. Bei genügender Eiweisszufuhr verändert sich die Intensität der Oxydationsprozesse während der Einwirkungsperioden hoher äusserer Temperatur nicht; beim Aufhören der Einwirkung hoher Temperatur erhöht sich diese Intensität. Bei Nahrung mit geringerem Eiweissgehalt wird während der Erwärmung eine Erhöhung der Oxydationsprozesse beobachtet.

3. Bei einer Diät mit geringem Eiweissgehalt wird mit dem Harn weniger Chlor entleert, als bei genügender Eiweisszufuhr.

4. Das Verhältnis des Kohlenstoffs zum Stickstoff weist bei einer Diät mit geringem Eiweissgehalt höhere Werte auf, als bei grossem Eiweissgehalt der Nahrung.

5. In der Ausscheidung der Salze liess sich irgend eine Gesetzmässigkeit nicht feststellen.

¹ An der Ausführung der Analysen haben sich beteiligt: S. I. Gurowskaja, E. A. Kafijewa, E. M. Libina, A. W. Lyslowa.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА МОЧЕВИНЫ В КРОВИ В СВЯЗИ
С ПИТАНИЕМ.

Г. В. Дервиз и А. В. Лызлова

Из физиолог. лаб. Института по изучению проф. заболеваний им. В. А. Обуха в Москве (зав. лабораторией — проф. И. П. Разенков. Зав. химическим отделением — Г. В. Дервиз)

Во многих физиологических работах нашей лаборатории были обнаружены факты некоторых изменений функций органов и систем организма в зависимости от тех или других пищевых режимов. На эту тему были проведены работы Коштоянцем (1), Гринбергом (2), Ивановым (3), Чебышевой (4), Очаковской (5).

Возник вопрос, не обуславливается ли найденное изменение в функции органов изменением, наступающим в химическом составе организма и в частности крови.

Севериным (6) была проведена работа, касающаяся изменения состава крови при длительном мясном и углеводисто-овощном пищевых режимах. Оказалось что в большинстве исследованных составных частей крови (общ. CO_2 , хлориды, сахар, молочная кислота) не наступает закономерных изменений; лишь величины для остаточного азота крови заметно больше при мясной диете.

Аналогичны в отношении остаточного азота и литературные данные: Банг [Bang] (7) исследовал влияние белкового питания и голодания на содержание остаточного азота и, в частности, мочевины в крови. У кроликов и собак он нашел, что при белковой пище (мясо) увеличивается содержание остаточного азота, которое идет, по его мнению, за счет мочевины.

В нашу задачу входило выяснить, на какую же именно фракцию остаточного азота падает это его увеличение? Мы остановились на исследовании мочевины в крови. Это мы сделали еще и на том общеизвестном основании, что после белкового питания в моче сильно возрастает именно количество мочевины.

Мы исследовали: 1) изменения количества мочевины в крови при длительной мясной и углеводисто-овощной диетах и 2) изменения количества мочевины в крови в течение 10—14 час. после однократного кормления мясом, хлебом и чистыми углеводами.

Экспериментальная часть

При выборе метода определения мочевины мы руководствовались следующим: мы предполагали в один день делать целый ряд определений мочевины и, следовательно, должны были выбрать метод, требующий небольших количеств крови, и, по возможности, незначительной затраты времени на каждое определение.

Существует несколько методов определения мочевины. В основном они сводятся к следующим: 1) определение с помощью ксандгидрола; 2) уреазный метод, основанный на разложении мочевины и количественном определении образовавшегося аммиака; 3) метод гипобромидный.

Нам пришлось отказаться от методики определения с ксандгидролом, так как для этого требуется большая затрата времени. Методами с применением уреазы мы не могли воспользоваться в виду того, что не имели препарата уреазы. Исходя из этих соображений мы остановились на гипобромидном методе.

Далее нужно было выбрать аппарат, в котором можно было бы производить определения. Имеются указания, что определение мочевины с гипобромидом производилось в аппарате Ван Сляйка (8) старой модели. Этим методом пользовались в клинической практике, причем на каждое определение шло около 5 см^3 крови. Само собою понятно, что это количество крови было для нас слишком значительным, так как при исследовании ряда проб крови в один день пришлось бы считаться с возможными изменениями состава крови в результате кровопускания.

Мы остановились на новой модели аппарата Ван Сляйка, служащей для определения CO_2 и описанной им в 1926 г. (9). Преимущество этой модели заключается в том, что отсчет объема газа производится при уменьшенном давлении, следовательно, при увеличенном объеме, чем уменьшается ошибка отсчета.

Для определения мочевины мы брали 1 см^3 центрифугата крови (см. ниже). В старом аппарате это количество центрифугата дало бы нам объем газа от 0,2 до $0,4 \text{ см}^3$, и так как аппарат градуирован на 0,02, то отсчет мы могли произвести с точностью лишь до 10%. Отсчет давления газа в этом случае не имел бы значения. В новой модели аппарата Ван Сляйка объем того же количества газа мы довели до 1 см^3 , и давление обычно около 100—200 мм можно было отсчитать с точностью до 1 мм. Ошибка определения при этом методе составляла около 2%.

Так как на русском языке нет описания этого аппарата, я кратко приведу здесь схему определения.

Прибор состоит из баллона с двумя расширениями: А, градуированного на 1 см^3 и Б — на 50 см^3 . Нижняя часть баллона Б через каучук соединяется с одним из трех ответвлений Ш-образной трубки. Из двух оставшихся свободными ответвлений одно представляет собою манометр, другое присоединено через каучук к груше со ртутью. Чтобы поддержать в баллоне постоянную температуру, он окружен стеклянным цилиндром с водой. Позади манометрической трубки

2^а нанесены деления, позволяющие отсчитывать давление в миллиметрах. Вверху баллон А оканчивается трубкой (Д), отделенной от него трехходовым краном.

Перед началом определения весь прибор заполняется ртутью, затем через трубку (Д) из пипетки спускается в баллон 1 см^3 центрифугата. Трубка (Д) обмывается $0,5$ воды, которая тоже спускается в баллон. Туда же вводится бромноватистый натр в количестве $0,2 \text{ см}^3$, при тщательном наблюдении, чтобы в баллон не попал пузырек воздуха. При соприкосновении NaBrO с мочевиной сейчас же начинается реакция с выделением азота.

Спуская и поднимая ртуть, несколько раз перемешивают реагирующие жидкости, затем, опустив грушу со ртутью вниз, создают в системе отрицательное давление, выжидают 5—7 мин. для полной реакции, быстро доводят объем газа до 1 см^3 и отсчитывают давление по шкале манометра.

Чтобы определить парциальное давление газа, мы ставили „слепой“ опыт, в котором вместо 1 см^3 центрифугата брали 1 см^3 воды. Полученную при определении величину вычитали из давления, найденного в опыте; далее, приведя давление к нормальному и введя поправку на температуру, легко было высчитать количество выделенного азота.

Гипобромид употреблялся всегда свежеприготовленный.

После того как опытным путем были найдены наивыгоднейшие количества воды и гипобромида, метод был проверен посредством стандартного раствора мочевины. В аппарат спускалось 1, 2, 3 см^3 раствора мочевины, и определение производилось как описано выше. Полученные данные представлены на следующей таблице.

Как видно из таблицы, наивысшая ошибка доходит до 2,5%, что при наших определениях крови составляет 1—2 мг%.

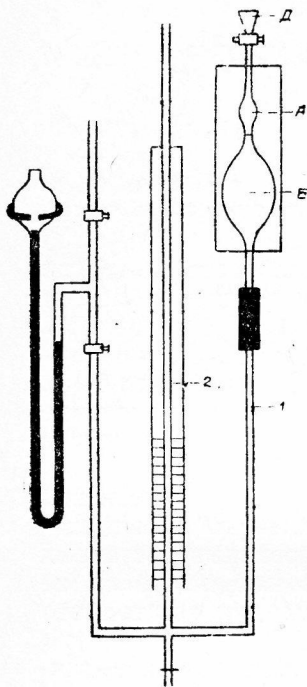


Рис. 1.

ТАБЛИЦА 1

Взято	Найдено	Темп.	Давлен.	Ошибка около в %
0,394	0,396	16°	119	0,5
	0,384		115	2,5
	0,391		117	1
0,788	0,790	17°	238	0,3
	0,776		230	1,5
1,182	1,176	17°	351	1

Постановка опыта

Опыты ставились на собаках: „Бегун“ — 20 кг, „Усатый“ — 18 кг, „Мопс“ — 16 кг. До специальных опытов все животные находились на углеводисто-овощной диете, получая при этом ежедневно 400 г картофеля, 200 г капусты, 400 г хлеба. Кормление производилось обычно утром. На углеводисто-овощной диете собаки находились:

„Бегун“ 45 дней	} В весе не падали
„Усатый“ 23 дня	
„Мопс“ 40 дней	

Все это время у них брали кровь сначала раз в неделю, а перед переводом на мясную диету — через день и даже ежедневно. Кровь бралась обыкновенно перед кормлением. Затем 2 собаки, „Бегун“ и „Усатый“, были переведены на мясную диету (1 кг сырого мяса ежедневно). После перевода на мясную диету кровь бралась ежедневно перед кормлением.

На этих собаках мы изучали и влияние однократной дачи того или другого пищевого вещества на фоне углеводистой диеты. Эти опыты ставились следующим образом.

В день опыта у животного до кормления брали кровь обычно два раза с промежутком в 1 час; после этого, вместо обычной порции углеводисто-овощной пищи, животное получало намеченное пищевое вещество. В дальнейшем в течение 8—14 час. бралась кровь с промежутком от 1 до 2 час. Таким образом мы получали кривую изменения количества мочевины в крови в продолжение многих часов.

Для взятия крови нам надо было выбрать такой метод, чтобы иметь возможность часто брать кровь, не раздражая при этом животное.

Вначале мы остановились на взятии крови из уха, но в виду того, что не удавалось набрать 2 см³ крови, так как она быстро свертывалась, не попав в пробирку с оксалатом, мы отказались от этого способа. От взятия венозной крови из яремной вены мы отказались, не испытывая этого способа: во-первых, потому, что при этом надо было фиксировать голову, а следовательно и всю собаку, что может отразиться на содержании мочевины в крови, во-вторых потому, что часто приходится прижимать вену, что также очень нежелательно. После нескольких опытов мы остановились на взятии крови из бедренной артерии, с помощью шприца прямо через кожу, и в дальнейшем все время применяли этот метод. При взятии крови собака не привязывалась, привязывались только ее задние конечности, сама же она довольно свободно лежала на столе, придерживаемая служителем.

Каждый раз для определения мочевины брали 2 см³ крови, осаждали равным объемом 10% трихлоруксусной кислоты и оставляли стоять на сутки. На следующий день, отцентрифугировав и слив центрифугат, определяли мочевину описанным ранее способом. Центри-

фугата получалось немного, его едва хватало на 2 параллельных опыта по 1 см³ на каждый. Следовательно, для определения мы брали каждый раз 0,5 см³ крови.

Результаты

Исследуя таким образом содержание мочевины в крови, мы получили следующие результаты:

У собак, содержащихся на длительной углеводисто-овощной диете, содержание N мочевины колебалось в следующих пределах:

- „Бегун“ — 13—20 мг % (наивысшая цифра 22 мг % N)
- „Усатый“ — 13—18 „ „
- „Мопс“ — 14—20 „ „ (рис. 2, а)

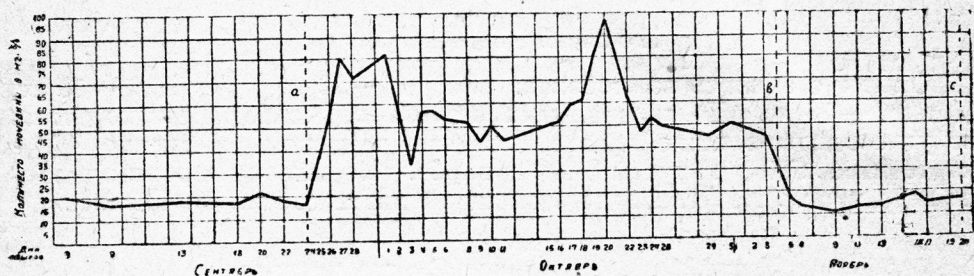


Рис. 2.

После того как „Бегун“ и затем „Усатый“ были переведены на мясную диету, в первые же сутки содержание мочевины повысилось

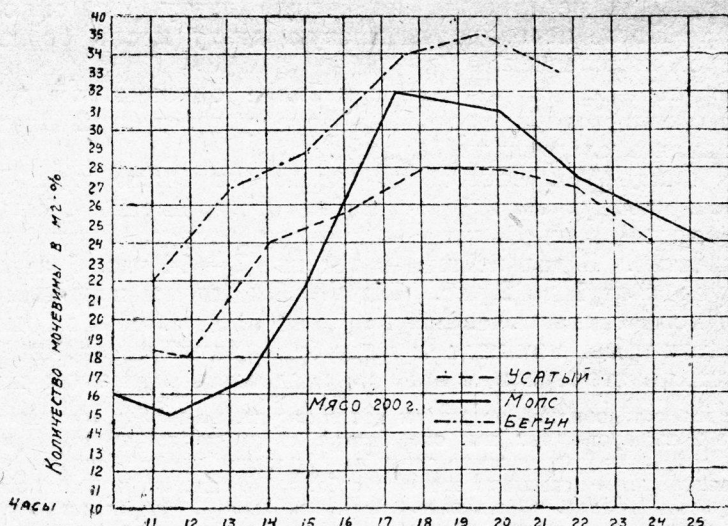


Рис. 3.

Опишу подробнее картину изменения мочевины, наблюдавшуюся у „Бегуна“.

В первые же сутки, как уже упомянуто, количество мочевины повысилось до 54 мг-% N, дальше оно продолжало повышаться и достигло 78 мг % N. Причина такого высокого поднятия мочевины в течение первых дней для нас пока не ясна. Через несколько дней со-

держание мочевины снизилось и держалось на 45—55 мг % N (рис. 2, b), следовательно количество мочевины увеличилось в 2—3 раза против углеводисто-овощной диеты.

Спустя 11 дней „Бегун“ был лишен питья на неделю. Первые два дня это заметно на количестве мочевины не отразилось, в дальнейшем содержание ее увеличивалось, и на 6-й день она дала очень высокую

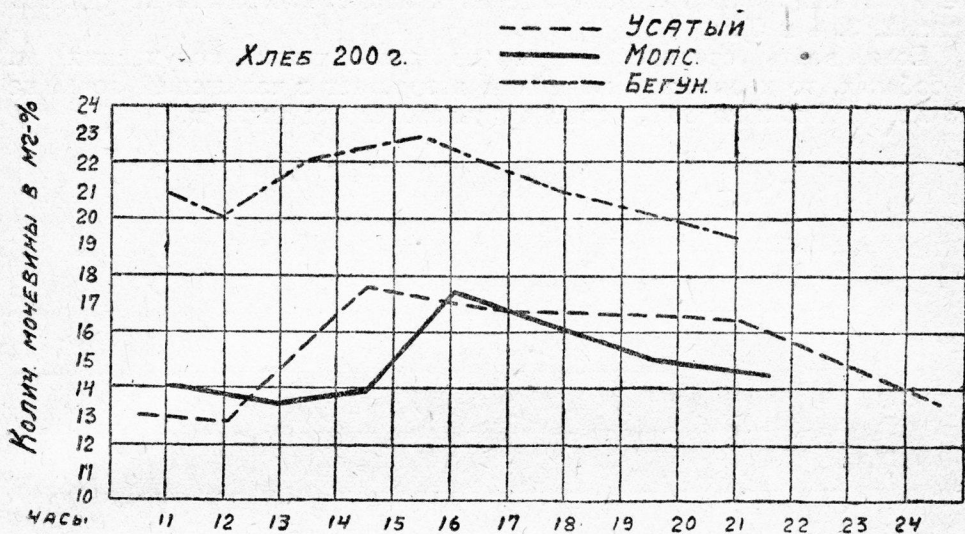


Рис. 4.

цифру — 97 мг % N (рис. 2, b). Но в это время собака уже стала вялой и отказывалась есть предложенную ей пищу. Боясь потерять животное, мы начали обильно поить собаку. Мочевина снизилась и через три дня дошла до прежнего уровня, 45—55 мг % N (рис. 2, b) По истечении одного месяца „Бегун“ был переведен опять на углеводисто-овощную диету. Содержание мочевины по прошествии первых

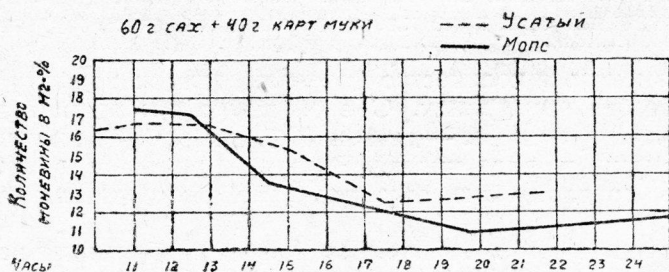


Рис. 5.

же суток упало до 17 мг % и в дальнейшем в течение двух недель держалось на уровне 12—20 мг % N (рис. 2, c). Сходную же картину дала и другая собака—„Усатый“. У нее во время пребывания на мясной диете количество N мочевины колебалось в пределах от 38 до 45 мг %—следовательно также увеличилось в 2 раза против углеводисто-овощной. В противоположность первой собаке первоначального подъема мочевины у нее не наблюдалось.

Перехожу к рассмотрению опытов с однократным кормлением мясом и хлебом и чистыми углеводами. Как упомянуто, мы производили их на тех же животных и в тот период, пока они находились на углеводисто-овощном режиме. После дачи мяса (200 г) во всех произведенных опытах содержание мочевины начинает подниматься значительно уже в первые два часа. Повышается в течение 6-8 часов, после чего начинает падать. Возвращения к норме наблюдать не удалось (рис. 2, 3, 4 и 5).

Если взять средние цифры из результатов полученных на 3 собаках, то количество мочевины возрастает в наивысшей точке на 13 мг % N или на 80% первоначального ее содержания.

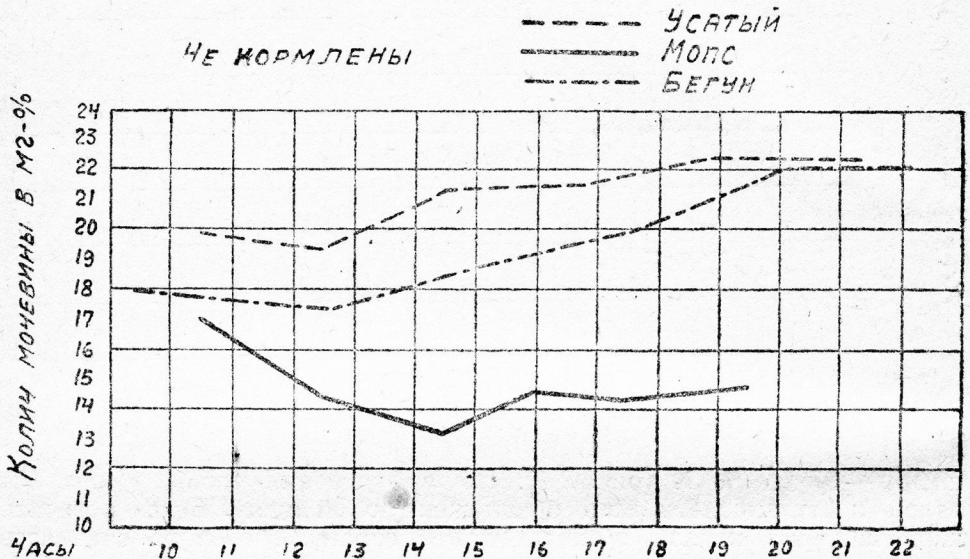


Рис. 6.

После однократной дачи тем же собакам хлеба в количестве 200 г содержание N мочевины повышается незначительно (рис. 4). Это увеличение мочевины при даче хлеба обуславливается, вероятно, содержанием в нем некоторого количества белка, и нам хотелось посмотреть, как будет изменяться количество мочевины, если животному давать совершенно безбелковую пищу. С этой целью мы решили давать животному чистые углеводы — давали 60 г сахарного песка и 40 г картофельной муки в виде киселя. В первое время животное отказывалось есть предлагаемую ему пищу, но впоследствии два из них привыкли.

После дачи животным вышеописанной смеси углеводов наблюдается небольшое понижение N мочевины на 3—4 мг % (рис. 5).

Кроме этих опытов для контроля мы поставили несколько опытов, в которых животные совсем не получали в день опыта пищи. В этих случаях содержание N мочевины незначительно повышалось на 2—4 мг % или колебалось в пределах от 14 до 16 мг % (рис. 6).

Выводы

1. Количество мочевины в крови зависит от пищевого режима:
 - а) при мясной диете количество мочевины возрастает в 2—3 раза против углеводистой;

6) Особенно резко возрастает содержание мочевины при мясном питании в отсутствии питья.

2. На количестве мочевины в крови сильно отражается однократная дача мяса. После дачи мяса через 2 часа наблюдается значительное повышение мочевины, достигающее через 6—8 час. своего максимума, затем постепенно падающее.

3. После дачи углеводов (сахар и картофельная мука) наблюдается небольшое падение мочевины в крови.

В заключение выражаем свою искреннюю благодарность глубокоуважаемому проф. Ивану Петровичу Разенкову за любезное предоставление нам возможности работать в его лаборатории.

Поступило в редакцию
2 июня 1932 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коштоянц Х. С. Ж. эксп. мед. 1, в. 1, 1929. — Гринберг Г. Ю. Ж. эксп. мед. 1, в. 3, 1929—3. Иванов И. М. Ж. эксп. мед. 2, в. 1-2, 1929.—4. Чебышева Е. Там же.—5. Очаковская С. Г. Там же.—6. Северин С. Е. Там же.—7. Bang. Biochem. Ztschr. 72, 1915.—8. Ber. ges. Physiol. 31, 856, 1925.—Van Slyke. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. Abt. IV, 4, H. 4, 194.

UNTERSUCHUNG DER HARNSTOFFMENGE IM BLUT IM ZUSAMMENHANG MIT DER ERNAHRUNG

Von G. W. Derwis und A. W. Lyslowa

Aus der Physiolog. Abteilung des W. A. Obuch-Instituts für Untersuchung der Berufskrankheiten in Moskau; Vorstand der Abteilung: Prof. I. P. Rasenkow, Vorstand der Chemischen Unterabteilung: G. W. Derwis

Zusammenfassung

Die Harnstoffmenge im Blut hängt von der Diät ab:

a) bei Fleischdiät wird die Harnstoffmenge 2-3 mal so gross, wie bei der Kohlenhydratdiät;

b) Besonders stark wird die Zunahme der Harnstoffmenge bei Fleischernährung ohne Trinken.

2. Die einmalige Fleischverabreichung wirkt auf die Harnstoffmenge im Blut stark ein. Nach der Verabreichung von Fleisch wird (nach 2 Stunden) eine beträchtliche Harnstoffzunahme beobachtet, welche nach 6-8 Stunden das Maximum erreicht, um ferner allmählich abzusinken.

3. Nach der Verabreichung von Kohlenhydraten (Zucker und Kartoffelmehl) wird eine geringe Absinkung der Harnstoffmenge im Blut beobachtet.

ОСТАТОЧНЫЙ АЗОТ И КРЕАТИНИН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
ДЛИТЕЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ РЕЖИМАХ

Е. А. Кафиева

Из отдела специальной физиологии Гос. ин-та обществ. питания в Москве (зав. отделом—
проф. И. П. Разенков; зав. отделением—С. Е. Северин)

В нашей лаборатории по предложению и под руководством проф. И. П. Разенкова была проведена серия работ относительно влияния на организм тех или других пищевых режимов. Первой стадией этих работ было выяснение влияния хлебно-овощного и мясного пищевых режимов на деятельность желудочных желез.

Оказалось [об этом говорят работы Коштоянца (1), Иванова (2)], что при мясном режиме резко увеличивается количество желудочного сока, продолжительность его отделения (во II химическую фазу), тогда как при переводе животного на углеводистый или вернее хлебно-овощной режим происходят противоположные изменения: количество сока на пищевые раздражители уменьшается так же, как уменьшаются и кислотность и переваривающая сила.

Тип секреции при различных пищевых режимах также различен: при мясном—сокоотделение в I рефлекторную фазу понижено, при хлебно-овощном, наоборот, резко повышено.

Ряд ранее полученных Разенковым (3) экспериментальных данных привел его к новому взгляду на механизм желудочной секреции—особенно второй ее, так называемой гуморальной фазы.

Разенков, не отрицая специфического гормона гастрина, в то же время считает, что циркулирующие в крови химические раздражители от продуктов распада пищевых веществ могут быть также возбудителями желудочной секреции.

Это положение находит подтверждение в фактах, полученных Разенковым и его учениками: при введении в вену одной собаки (№ 1) крови, взятой от другой (№ 2) в самый разгар желудочной секреции, всегда удавалось наблюдать у первой секрецию желудочного сока.

Такие возбудители желудочной секреции, как либиховский экстракт, введенные в вену, всегда вызывают желудочную секрецию.

В пользу взгляда Разенкова говорит также работа Аршавского (4), который установил зависимость спонтанной секреции желудочных желез от наличия у собак кожного заболевания экзематозного характера или наличия у нее гнояника.

Указанная точка зрения легла также в основу при толковании данных, полученных Коштоянцем, Ивановым, впоследствии дополненных работами Чебышевой, (5) Очаковской (6). Не только деятельность железистого аппарата желудочно-кишечного тракта находится в зависимости от пищевых режимов, но также лю-

бые физиологические функции, вплоть до деятельности центральной нервной системы, как это выяснили работы Гринберга (7), Музыкантова (8) и Малкимана (9). Все эти данные говорили о необходимости искать различия в химическом составе крови при различных пищевых режимах, причем желательным было при химическом исследовании придерживаться тех же условий, в которых проводилось и физиологическое исследование. Первой из этих работ, проведенных в нашей лаборатории, была работа Северина (10), в которой изучалось влияние длительных пищевых режимов на химический состав крови.

Из этой работы выяснилось, что из исследованных составных частей крови закономерно изменяется лишь один остаточный азот, величина которого при мясной диете значительно больше, чем при углеводистой.

Интересно было выяснить, как изменяется количество мочевины, являющейся главной составной частью RN , в связи с чем была проделана работа Дервиз и Лызловой (11) на тему „Об исследовании количества мочевины в связи с питанием“.

Выводы этой работы следующие:

1. Количество мочевины в крови зависит от пищевых режимов.
2. При мясной диете количество мочевины возрастает в 2—3 раза против углеводистой.
3. Особенно резко возрастает содержание мочевины в крови при мясном питании в отсутствие питья.

Полученные данные вполне совпадают с данными литературы. Исследования Банга (12), произведенные на кроликах, тоже дают увеличение остаточного азота при белковом питании, причем Банг нашел, что увеличение остаточного азота главным образом приходится за счет мочевины.

Важно было установить, как изменяется величина остаточного азота в течение длительного пребывания на той или другой диете, и выяснить, за счет каких именно фракций и в какой мере происходит изменение в количестве RN .

По предложению И. П. Разенкова я занялась систематическим исследованием величины RN при различных пищевых режимах. Кроме того я выясняла, какая часть увеличения остаточного азота приходится на долю креатина + креатинина.¹

Методика определения азота и общего креатинина была такова: кровь бралась в количестве 10 см^3 из артерии femoralis шприцом, выливалась в пробирку с растертым оксалатом. Осаждение белков производилось по способу Шенка (Schenk). Выбран был этот способ осаждения потому, что большая часть других способов (кроме ультрафильтрации и осаждения белков коллоидной гидроокисью железа или каолином) связана с введением в исследуемый раствор нового вещества. Последнее же, при выпаривании фильтрата до очень малого объема, что необходимо в виду небольшого количества креатинина, может выпасть в осадок и помешать колориметрированию.

При осаждении белков сулемой и последующем освобождении полученного фильтрата от ртути H_2S — единственным новым веществом, нами вводимым, является HCl , которая не может помешать по ходу анализа.

Креатинин определяется по методу Фолина с некоторыми видоизменениями. Сущность метода, которым оперировала я, сводится к тому, что фильтрат, полученный после осаждения белков крови по Шенку, выпаривается до небольшого объема (около $2\text{--}2,5\text{ см}^3$), причем во время выпаривания необходимо осторожно нейтрализовать едким натром. Затем приливается равный объем $2\text{ н } HCl$ и ставится в кипящую водяную баню на 3 часа.

¹ Приводим средние цифры остаточного азота и общего креатинина у людей и собак: у людей остаточный азот колеблется между 25 и 30 мг на 100 см^3 крови, у собак — 22—24 мг %. Общий креатинин у людей колеблется между 5 и 6,5 мг % у собак, в среднем около 3,5 мг %.

Делается это для того, чтобы перевести весь имеющийся в крови креатин в креатинин, который и определяется колориметрическим способом (пикриновая кислота + 10% раствор NaOH).

Остальная часть полученного фильтрата шла на определение остаточного азота.

Остаточный азот определяется обычным способом по микро-Кьелдалю. Несмотря на то, что методика определения азота была вполне налажена, мне во время работы пришлось натолкнуться на некоторые затруднения. При титровании перегонного аммиака гипосульфитом мы иногда получали совпадения при контрольных определениях. Надо было искать причину этого обстоятельства. Убедившись в том, что перегонка азота идет хорошо, я выяснила, что в методике определения азота большое значение имеет продолжительность сжигания.

Литературные указания по поводу продолжительности сжигания довольно разноречивы. Объясняется это, повидимому, тем, что особое внимание обращалось на то обстоятельство, чтобы во время сжигания в колбочках всегда оставалось достаточное количество жидкости, так как при сжигании досуха легко может произойти потеря легко сравнительно летучих аммонийных солей.

Из тех опытов, которые я специально ставила для выяснения вопроса о времени сжигания, видно, что при 1½-часовом сжигании стандартного раствора, даже при достаточном количестве жидкости, в колбочке уже происходило улетучивание $(NH_4)_2SO_4$, так как получались при титровании цифры 4,20, при „слепом“ опыте — 4,30.

Эти опыты ставились следующим образом:

В каждую из 2 колбочек бралось 4 см³ стандартного раствора + 1 см³ крепкой серной кислоты + 10 капель 10% раствора $CuSO_4$, — сжигалось 30 мин. Во вторую пару колбочек приливалось все то же самое и сжигалось 1 час.

Наконец содержимое 3-й партии колбочек сжигалась 1½ часа. Результаты титрования двух одинаково проведенных анализов были различны в тех случаях, где минерализация производилась 1 ч. и 1½ ч.

ТАБЛИЦА 1

Стандарт		Фильтрат	
сжиг. 30 м.	сжиг. 1 ч.	сжиг. 30 м.	сжиг. 1½ ч.
1)	0,72	2,52	4,20
	0,75	3,12	2,92
		3,43	0,55
2)		0,54	3,90
		1,48	3,93
3)		1,45	1,23

Приведенная таблица ясно убеждает нас в том, что продолжительность сжигания играет большую роль в методике определения остаточного азота.

Продолжительность минерализации в наших опытах была равна 30 мин.

Постановка опыта

Опыты ставились на собаках, весом 18, 17,5 и 18,8 кг, сначала без перевода на ту или иную диету. Кровь, в количестве 10 см³, бралась всегда утром, натощак из arter. femoral.

С 23/III собаки были переведены на определенный режим. Собака № 1 весом 18 кг, переведена на чисто-мясную диету. Ежедневно она получала 1 кг конского мяса, очищенного от жира и соединительной ткани. Собака № 2 весом 17, 5 кг — на чисто-овощную диету, состоящую из 600 г картофеля + 200 г капусты + 400 г черного хлеба.

В виду отсутствия капусты пришлось давать не 600 г картофеля, а 800 г. Собака № 3 весом 18,8 кг была все время на смешанной диете. В отношении питья воды — в моих опытах ни одна собака не была ограничена.

Как видно из приведенной табл. 2 (стр. 98), у собаки № 1 („мясной“) через некоторое время после дачи мяса азот с 26 мг % поднялся сначала до 42 мг %, затем наступило незначительное падение величин остаточного азота, и последняя цифра до перевода на углеводистую диету была 34 мг %. Общий креатинин у этой же собаки — 4,9 мг %.

ТАБЛИЦА 2

Изменения в количестве RN и креатина+креатинина при мясном и углеводистом питании

Собака № 1 („мясная“) Собака № 2 („углеводистая“) Собака № 3 („смешанная“)

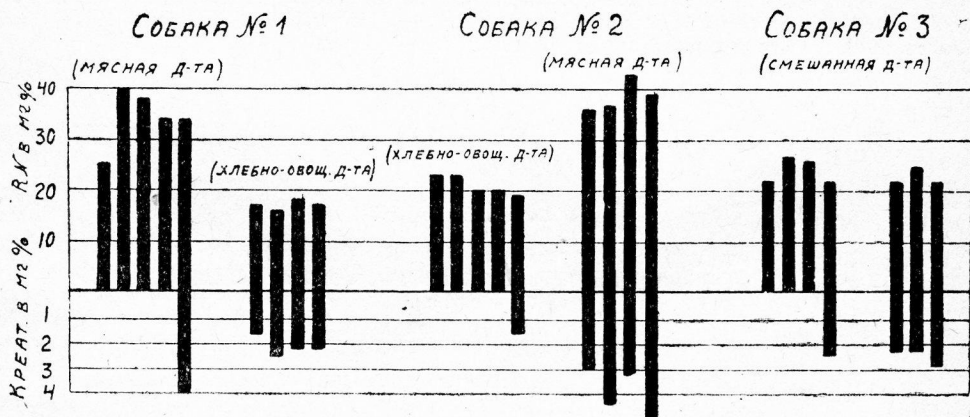
Дата	R N	Общ. креатинин	R N	общ. креатинин	R N	общ. креатинин
12/III	26 мг %	—	23 мг %	—	22 мг %	—
3/IV	42 " "	—	23 " "	—	27 " "	—
26/IV	38 " "	—	20 " "	—	26 " "	—
3/V	34 " "	—	20 " "	—	22 " "	—
7/IV	34 " "	4,9	19 " "	1,7	24 " "	2,5

с 22/VI — „мясная“ собака переведена на углеводистую диету, „углеводистая“ — на мясную диету

27/VI	17 мг %	1,7 мг %	36 мг %	3 мг %	22 мг %	2,2 мг %
1/VII	16 " "	2,3 " "	37 " "	4,4 " "	—	—
6/VII	18 " "	2,1 " "	43 " "	3,5 " "	25 мг %	2,1 мг %
12/VII	17 " "	2,1 " "	89 " "	5 " "	22 " "	2,8 " "

Цифры общего креатинина у всех трех собак были получены лишь перед самым переводом их на другой режим.

У собаки № 2 („углеводистой“) азот с 23 мг % упал до 19 мг %, количество креатин+креатинин = 1,7 мг %.



У собаки № 3 (находившейся на смешанной диете) цифры как остаточного азота, так и общего креатинина были все время обычные и не давали никаких изменений.

Продлав ряд опытов таким образом, нам интересно было выяснить, как будет изменяться остаточный азот и общий креатинин, если мы собаку № 1 с чисто мясной диеты переведем на углеводистую, а собаку № 3 с углеводистой на чисто мясную. С 22/VI собака № 1 („мясная“) была переведена на углеводистую, а собака № 2 („углеводистая“) на чисто мясную диету.

Через 3 дня после перевода у собаки № 1 азот упал с 34 до 17 мг % — общий же креатинин — с 4,9 до 1,7 мг %.

У собаки №2 вперез 5 дней азот с 19 мг % поднялся до 36 мг %, креатин + креатинин с 1,7 мг % до 5 мг %.

У собаки №3 цифры оставались без сколько-нибудь значительных изменений.

В ы в о д ы

Количество RN общего креатинина в крови зависит от пищевых режимов.

а) При мясной диете количество RN увеличивается в 2 раза против углеводистой;

б) увеличение креатин + креатинин при мясной диете идет параллельно с увеличением RN; увеличение азота фракции креатин + креатинин составляет около 5% увеличения общей величины RN.

Работа проводилась под непосредственным руководством С. Е. Северина, которому выражаю свою глубокую благодарность за постоянную помощь в работе.

Поступило в редакцию
2 июня 1932 года

ЛИТЕРАТУРА

1. Коштыянец Х. С. Журн. эксп. медиц., вып. 1, 109 — 123, 1928 г.
2. Иванов И. М. Журн. эксп. мед. 2 вып. 1—2, 15 — 25, 1929 г.
3. Разенков И. П. Архив биол. наук, 25, 126, 1925 г.
4. Аршавский И. А. Журн. эксп. мед. 2, вып. 1—2, 149 — 161, 1929 г.
5. Чебышева Е. Ф. Журн. эксп. мед. 2, вып. 1—2, 34 — 43, 1929 г.
6. Очаковская С. Г. Журн. эксп. мед. 2, вып. 1—2, 44 — 55, 1929 г.
7. Гринберг Г. Ю. Журн. эксп. мед. 2, вып. 3, 123 — 129, 1928 г.
8. Музыкантов В. А. докл. на биол.-физ. секц. им. Лесгафта Моск. научн. общ. врач. „Ленинизм в медиц.“
9. Малкимай И. В.—докл. на биол. физ. секц. им. Лесгафта Моск. научн. общ. врач.
10. Северин С. Е. Журн. эксп. мед. 2, вып. 1—2, 61 — 70, 1929 г.
11. Дервиз Г. В. и Лылова А. В.—долож. на биолого-физ. секц. им. Лесгафта моск. науч. общ. врачей (Ленинизм в медицине).
12. Bang.—Biochem. Zeit 72, 129, 1915.
13. Ropa P. Practicum der physiologisch. Chemie. 2, 196. 1929.

RESTSTICKSTOFF UND KREATININ BEI VERSCHIEDENEN DAUERDIÄTEN

Von E. A. Kafijewa

Aus der Abteilung für spezielle Physiologie des Staatl. Institut für Volksernährung, Moskau. Vorstand der Abteilung Prof. I. P. Rasenkow, Vorstand der Unterabteilung S. E. Ssewerin

Zusammenfassung

Die Menge des Reststickstoffs und des gesamten Kreatinins im Blut hängt von der Diät ab:

a) bei Fleischdiät ist die Reststickstoffmenge doppelt so gross, wie bei der Kohlenhydratdiät.

b) Die Zunahme von Kreatin + Kreatinin verläuft bei Fleischdiät parallel mit der Reststickstoffzunahme; die Stickstoffzunahme der Fraktion Kreatin + Kreatinin beträgt etwa 5% der Vergrößerung der gesamten Reststickstoffmenge.

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА, ПОЛА, КОНСТИТУЦИИ И ПРОФЕССИИ НА СИЛУ РАЗЛИЧНЫХ МЫШЕЧНЫХ ГРУПП

Сообщение I. О влиянии возраста на мышечную силу.

Ю. М. Уфлянд

Из физиологической лаборатории Ленинградского института по изучению профессиональных заболеваний.

1

В Ленинградском институте по изучению профессиональных заболеваний в течение нескольких лет производилось исследование силы различных мышц. Измерению подвергались следующие группы мышц: 1) ручная сила (динамометр Коллена). 2) Мышцы, сгибающие руку в локте — *m. brachialis internus* и *biceps brachii* (бицепс-динамометр, описание в работе Уфлянда¹). 3) Мышцы, сгибающие и разгибающие кисть в лучезапястном суставе (динамометр для измерения силы кисти, описание в работе Н. А. Вигдорчика²). 4) Мышцы, сгибающие большой палец руки. 5) Мышцы, выпрямляющие туловище (динамометр для измерения становой силы, описание в работе Уфлянда¹). 6) Мышцы, участвующие при сильном вдохе (торакодинамометр, описание в работе Вигдорчика³).

Собранный материал, охватывающий данные о силе 4080 рабочих ленинградских фабрик и заводов, подвергся тщательному статистическому анализу по предложению и под руководством проф. Н. А. Вигдорчика. Так как все подвергавшиеся измерению лица были обследованы в институте, то нам точно известен профессиональный состав обследованных лиц, их возраст и производственный стаж, а также принадлежность к определенным конституциональным типам.

Первое сообщение посвящено влиянию возраста. Кривая повозрастного измерения мышечной силы была установлена Кетле (Quetelet). (4) Позднее Дементьев⁵, измеривший ручную и становую силу у 4600 рабочих Московской губ., нашел, что максимум развития ручной силы приходится на возраст в 24—25 лет, а становой силы 30—34 г. Сравнительно недавно, в 1921 г., голландский исследователь Рейс [Reijs⁶] опубликовал материал об измерении силы различных мышечных групп у 2000 лиц обоего пола в возрасте от 6 до 60 лет. По его данным, максимум мышечной силы наблюдается у лиц 24—25 лет. Наконец, в последнее время, в 1928—29 гг., Шохрин⁷ публикует материал, собранный в Ленингр. институте профзаболеваний; по его данным мышечная сила (ручная и становая) достигает максимального развития к 30—39-летнему возрасту.

Повозрастное изменение силы наиболее отчетливо выступает у мужчин, у которых произведено значительно больше измерений, чем у женщин. Табл. 1 и диаграммы на рис. 1 показывают, как изменяется с возрастом, в пределах от 16 до 69 лет, сила различных групп.

Помимо указанных мышц можно еще отметить изменения дыхательных мышц, сила которых измерена не косвенным путем, по данным спирометрии, а непосредственно особым прибором — торакодинамометром. По данным Вигдорчика (3), сила дыхательных мышц, измеренная торакодинамометром, у мужчин 20—29 лет достигает

ТАБЛИЦА 1

Влияние возраста на мышечную силу у мужчин
(Сила выражена в килограммах)

		до 19 лет	20—29 лет	30—39 лет	40—49 лет	50—59 лет	60—69 лет	
1. Ручная сила	Правая рука	Число лиц	107	1132	1098	976	531	79
		Абсолютная величина	35,4	41,6	40,1	37,8	32,5	27,1
	Левая рука	Относительная величина	100	117,5	113,3	106,8	91,8	76,6
		Абсолютная величина	32,4	39,2	37,6	35,5	30,5	25,3
		Относительная величина	100	120,9	116,1	109,6	94,1	78,1
2. Сила бицепса	Правая рука	Число лиц	94	921	830	749	442	72
		Абсолютная величина	27,4	31,8	29,7	26,6	21,0	17,2
	Левая рука	Относительная величина	100	116,1	108,4	97,1	76,6	62,8
		Абсолютная величина	25,7	30,4	28,3	25,6	20,1	16,6
		Относительная величина	100	118,3	110,1	99,6	78,2	64,6
3. Сила сгиб. кисти	Правая рука	Число лиц	49	520	491	417	221	30
		Абсолютная величина	28,0	29,3	28,4	27,3	25,2	22,1
	Левая рука	Относительная величина	100	104,6	101,4	97,5	89,9	78,9
		Абсолютная величина	27,7	27,9	27,2	25,9	23,6	22,6
		Относительная величина	100	100,7	98,2	93,2	85,2	81,6
4. Сила разгиб. кисти	Правая рука	Число лиц	49	520	491	417	221	30
		Абсолютная величина	22,8	24,3	24,1	22,9	21,6	19,3
	Левая рука	Относительная величина	100	106,6	105,7	100,4	94,7	84,6
		Абсолютная величина	21,6	22,6	22,4	21,4	19,8	18,8
		Относительная величина	100	104,6	103,7	99,1	91,7	87,0
5. Сила больш. п-ца	Правая рука	Число лиц	63	687	662	632	399	67
		Абсолютная величина	11,2	12,4	12,0	12,0	10,7	9,9
	Левая рука	Относительная величина	100	110,7	107,1	107,1	95,5	88,4
		Абсолютная величина	10,4	11,5	11,2	11,0	9,9	9,0
		Относительная величина	100	110,6	107,7	105,8	95,2	86,5
6. Становая сила	Число лиц	90	911	810	760	446	72	
	Абсолютная величина	132,7	134,6	128,8	120,9	96,9	86,6	
	Относительная величина	100	101,4	97,1	91,1	73,0	65,3	

51,1 кг; к 30—39 годам она спускается до 36,3 кг, т. е. до 71% по сравнению с 47,3 кг и к 50—59 годам до 27,1 кг, т. е. до 57% по сравнению с 47,3 кг и к 60—69 годам до 25,3 кг, т. е. до 53% по сравнению с 47,3 кг.

Мы видим, что все исследованные мышечные группы достигают максимальной величины в пределах 20—29 лет — это возраст, совпадающий с тем, который указан Демеевым (5) для ручной работы — это возраст, совпадающий с тем, который указан Демеевым (5) для ручной работы — это возраст, совпадающий с тем, который указан Демеевым (5) для ручной работы. Однако каждая мышечная группа имеет свои особенности. Как видно из рис. 1, где приведены данные о развитии мышечной силы в относительных величинах (сила лиц до 20 лет принята за 100), постепенное развитие и обратное снижение величины силы идет у всех мышц в одинаковой степени.

Наибольшего развития достигает ручная сила и сила бицепса, превышая исходную величину, т. е. силу у лиц 16—19 лет, почти на 20%; далее следует развитие силы большого пальца (на 10%); остальные мышечные группы (мышцы, сгибающие и разгибающие кисть, становая сила) по видимому заканчивают свое развитие несколько раньше;

при переходе к 20—29-летнему возрасту их величина, правда, повышается, но очень незначительно, в среднем, процентов на 3—5. Эти данные говорят за то, что темп развития мышечной системы у растущего и развивающегося физически организма несколько различен в различных мышечных группах.

Наряду с различной интенсивностью прироста силы до 25 лет наблюдается и различная степень падения силы при переходе к все более и более пожилому возрасту. Так становая сила, сила дыхательных мышц, а также мышц, сгибающих кисть, уже к 30—39 годам спускается до начального уровня силы молодых людей, не достигших еще 20 лет. Сила бицепсов и мышц, разгибающих кисть, понижается столь же значительно только к 40—49 годам, ручная сила и сила большого пальца даже только к 50—59 годам.

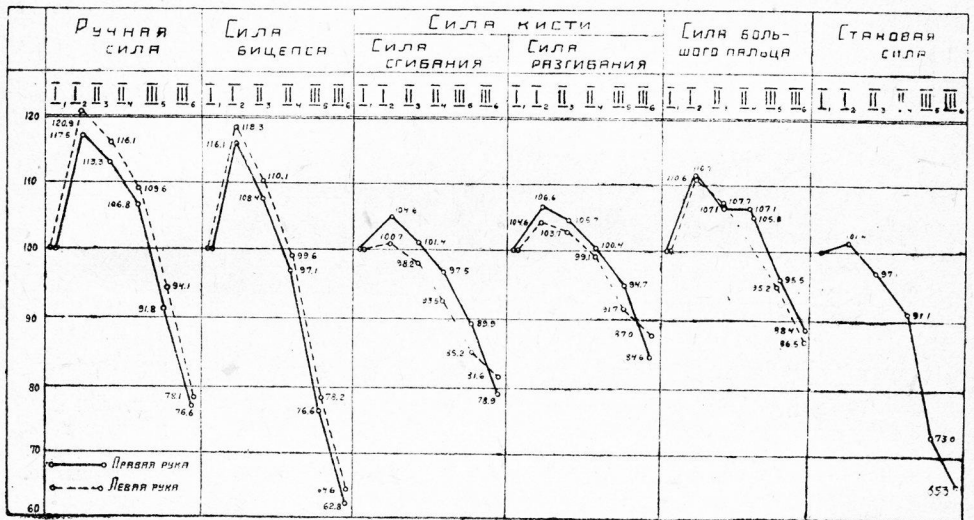


Рис. 1. Влияние возраста на мышечную силу. Взяты средние данные всех мужчин: сила выражена в относительных величинах: I, обозначает возраст до 20 лет, II — 20—29 л., III — 30—39 л., IV — 40—49 л., V — 50—59 л., VI — 60—69 л.

Если мы обратим внимание на величину падения силы к последнему возрастному периоду, представленному в нашем материале (60—69 лет), то увидим, что наиболее резкое падение силы наблюдается у бицепсов и мышц, выпрямляющих туловище.

Сила правой и левой руки изменяется с возрастом неодинаково; Шохрин (7) в своей работе показал, что перевес силы сжатия правой руки над левой с возрастом уменьшается, причем эти изменения зависят не столько от самого возраста, сколько от сопутствующего влияния длительности стажа. Если проследить по данным таблицы 1 перевес в силе правой руки над левой, то мы увидим, что в то время как разница в ручной силе и силе бицепса обеих рук в молодом возрасте составляет 3,0 и 1,7 кг, к последнему возрастному периоду это различие уменьшается до 1,8 и 0,6 кг. Изменения силы кисти и большого пальца не обнаруживают таких закономерных колебаний.

Понижение силы, наблюдаемое при переходе от молодого возраста к более пожилому, протекает неодинаково в разные возрастные

периоды. При более пожилom возрасте сила падает резко. Это обстоятельство может быть связано с влиянием стажа, так как более пожилые рабочие в большинстве случаев обладают и более длительным стажем. Для решения поставленного вопроса была сравнена сила разных мышц у рабочих в возрасте 20—29 лет и 30—49 лет при одинаковом стаже в пределах 10—19 лет (см. диаграмму на рис. 2). Также мы сравнили силу мышц у лиц 30—49 лет с лицами в возра-

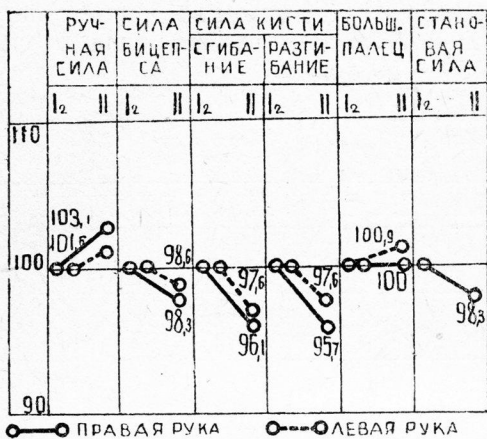


Рис. 2. Изменение силы при переходе от возраста в 20—29 лет к возрасту в 30—49 лет. Стаж у представителей обеих групп колеблется в пределах 10—19 лет. I₂ обозначает лиц 20—29 л. II—30—49 л.

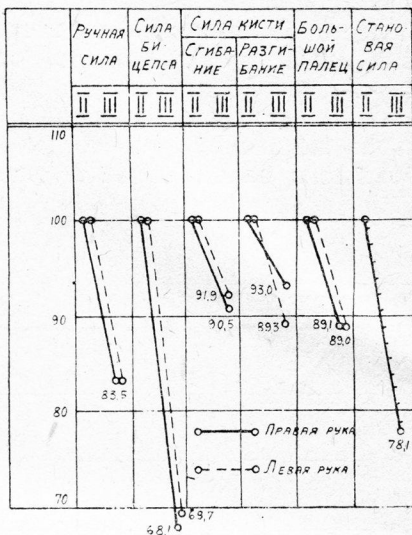


Рис. 3. Изменение силы при переходе от возраста в 30—49 лет к возрасту в 50—69 лет. Стаж у представителей обеих групп не меньше 20 лет. II обозначает лиц 30—49 лет, III—50 лет и больше.

сте 50—69 лет, причем и те и другие были взяты со стажем не меньше 20 лет (рис. 3).

Эти данные ясно показывают, что в то время, как в первые десятилетия сила мышц понижается незначительно, не более чем на 5%, в последующие десятилетия падение силы выражено весьма резко (от 7 до 32%); так как влияние длительности стажа в приводимых данных элиминировано, то уменьшение силы надо связать исключительно с влиянием возраста.

3

Фактором, усложняющим возрастное колебание силы, является принадлежность исследованных лиц к разным конституциональным типам и различным профессиям. Надо отметить, что лица мышечного и респираторного типа дают с возрастом те же изменения, какие отмечены на приведенной выше „типичной“ кривой, составленной по средним величинам. Несколько отдельно стоит дигестивный тип: лица, принадлежащие к дигестивному типу, обнаруживают наибольшую устойчивость силы. Максимум силы, приходящийся обычно на 20—29-летний возраст, достигается у лиц дигестивного типа в возрасте 30—39 лет, а по отношению к становой силе и бицепсам даже и к 40—49 годам.

Так как лица дигестивного типа относительно преобладают в более пожилом возрасте, то они могли несколько замедлить снижение

силы, наблюдаемое в пожилом возрасте; но принимая во внимание сравнительно малый процент рабочих чистого дигестивного типа, мы можем с уверенностью сказать, что указанные особенности в возрастном изменении силы у лиц дигестивного типа не могли изменить характерных повозрастных колебаний мышечной силы.

Что касается особенностей мышечной силы представителей отдельных профессий и производств, то надо отметить, что из 13 обследованных нами профессиональных групп в 11 сохраняются возрастные колебания силы, которые приведены на рис. 1.

В подтверждение сказанного приводим в таблице 2 данные, относящиеся к рабочим только одной профессии наборщиков (534 человек), причем сравнение по возрастам проведено при одинаковом стаже; здесь же даны повозрастные изменения у рабочих одного определенного конституционального типа — респираторного.

ТАБЛИЦА 2
Влияние возраста на мышечную силу (наборщики)

		20—29 лет, стаж 10—19 лет.	30—49 лет, стаж 10—19 лет	30—49 лет, стаж 20 лет и больше	50 лет и выше, стаж 20 лет и больше	Респираторный тип			
						20—29 лет	30—39 лет	40—49 лет	50—59 лет
1. Ручная сила	Правая рука	41,5	38,2	35,6	30,8	39,6	38,0	35,9	33,9
	Левая рука	38,1	35,2	32,8	28,4	36,6	35,6	32,6	30,5
2. Сила бицепса	Правая рука	28,9	26,4	24,2	19,2	28,6	27,1	25,5	19,1
	Левая рука	27,2	24,7	22,5	18,1	26,6	25,6	23,7	17,8
3. Сила кисти Сгибание	Правая рука	28,4	27,6	25,3	22,4	27,1	26,6	24,1	23,0
	Левая рука	27,8	25,9	23,7	21,0	25,7	24,6	23,4	22,9
Разгибание	Правая рука	24,0	23,9	20,8	19,5	22,5	22,5	20,3	20,2
	Левая рука	22,0	21,3	19,5	17,6	21,6	19,5	19,2	19,3
4. Сила боль- шого пальца	Правая рука	12,3	11,1	10,8	10,2	11,6	11,3	10,5	10,8
	Левая рука	11,2	10,4	9,9	9,1	10,7	10,5	9,0	9,3
5. Становая сила		134,6	22,0	110,5	90,3	137,7	124,0	111,1	86,8
6. Жизненная емкость легких		3 604	3 373	3 085	2 736	3 641	3 395	3 112	2 913

Мы видим, что и внутри одной профессии, при элиминировании то влияния длительности стажа, то влияния наличия разных конституциональных типов, получается та же закономерность.

З а к л ю ч е н и е

Подводя итоги всему изложенному, мы можем сделать следующие выводы:

1. Сила разнообразных мышечных групп (сжатие руки в кулак, сгибание в локте, сгибание и разгибание кисти, сила большого пальца, становая сила, сила дыхательных мышц) увеличивается до 20—29 лет, после чего начинает падать.

2. Изменения силы различных мышц, в связи с возрастом, отличаются друг от друга. Так, ручная сила и сила бицепса дают сравнительно высокий подъем при переходе за 20 лет. Постепенное падение силы при переходе к более пожилому возрасту наиболее резко выражено у мышц, сгибающих предплечье, и у мышц, выпрямляющих туловище.

3. Возрастная кривая силы существенно не изменяется при элиминировании значения стажа, конституции и профессии обследованных лиц.

Поступило в редакцию

30 ноября 1931 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уфлянд. Труды Ленингр. института по изуч. профзаболев., т. II, 1927, стр. 168 и Arch. f. Hygiene, 101, 1929, 107.—2. Н. А. Вигдорчик. Там же, т. II, 1927, стр. 144.—3. Н. А. Вигдорчик. Там же, т. IV, 1929, стр. 138.—4. Quetelet, Sur l'homme et le developpement de ses facultés, 1836.—5. Деметьев. Развитие мышечной силы человека в связи с общим его физическим развитием. 1889.—6. Reijs, Pfügers Arch. f. d. ges. Physiol. 191, 1921, 234.—7. Шохрин. Гигиена труда, 1928, № 5, 29 и Труды Ленингр. инст. по изуч. профзаболев., IV, 1929, стр. 121.

EINFLUSS DES LEBENSALTERS, DES GESCHLECHTS, DER KONSTITUTION UND DES BERUFES AUF DIE KRAFT VERSCHIEDENER MUSKELGRUPPEN

Mitt. I. Über den Einfluss des Lebensalters auf die Muskelkraft

I. M. Ufland

Aus dem physiologischen Laboratoriums des Leningrader Institutes zum Studium der Berufskrankheiten

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Arbeit sind die Folgenden:

1. Die Kraft verschiedener Muskelgruppen (Faustballen, Ellenbogenbeugen, Beugen und Strecken der Hand, Daumenkraft, Rückenmuskelkraft, Kraft der Atmungsmuskel) nimmt bis 20—29 Jahr zu, nachher beginnt eine Abnahme.

2. Die in Abhängigkeit vom Lebensalter eintretenden Muskelkraftveränderungen sind für verschiedene Muskelgruppen verschieden. Die Kraft der Hand und die Bicepskraft steigen nach dem 20-sten Lebensjahr verhältnismässig stark; allmähliche Abnahme der Muskelkraft mit vor-schreitendem Alter ist am stärksten ausgesprochen bei den Flexoren des Vorderarmes und bei den Muskeln, die den Rumpf aufrichten.

3. Nach Ausschluss des Einflusses der Arbeitsdauer, der Konstitution und des Berufes der Untersuchten, zeigt die Kurve der Muskelkraft in Abhängigkeit vom Lebensalter keine wesentliche Veränderung.

Редактор Л. Н. Федоров.

Техн. редактор И. Гурмзон.

Медгиз 327/л. Ленгорлит № 53322. Слана в набор 27/VIII-32 г. Подп. к печ. 2/XII-32 г. Сг. ф. 61×54. Колич. печ. зн. в 1 бум. л. 116.786. 6 $\frac{1}{2}$ л. Тираж 1315 экз. Зак. 1372.

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

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1933 г.

Н А

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. секретарь: ДИОНЕСОВ С. М.
(Ленинград),

Подписная цена на год 18 руб.

Адрес редакции: Ленинград, Лопухинская ул. № 12.

Подписка принимается у организаторов подписки, уполномо-
ченными „Союзпечати“ и всеми почтовыми отделениями.

От редакции:

*В № № 1—2, 3 и 4 данного тома, на 1 и 3 стр.
обложки по ошибке указана в качестве ответствен-
ного секретаря Л. В. Гольдберг (Москва).*



Открыта подписка на 1933 год

№ № по порядку	НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛОВ	Периодичность	Подписная цена		
			на 12 м.	на 6 м.	на 3 м.
1	Советская врачебная газета . . .	24	20	10	5
2	Социалистическое здравоохранение	12	12	6	3
3	Вопросы педиатрии, педологии и охраны материнства и детства	4	9	4-50	2-25
4	Военно-медицинский	6	12	6	—
5	Журнал акуш. и женск. болезней	6	12	6	—
6	Ботанический журнал СССР . . .	6	15	7-50	—
7	Физиологический журнал СССР им. Сеченова	6	18	9	—
8	Вестник рентгенологии и радиологии	6	15	7-50	—
9	Архив анатомии и гистологии	2	12	6	—

Подписка принимается у организаторов подписки, уполномоченными „Союзпечати“ и всеми почтовыми отделениями.