

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА



Почетный редактор — академик И. П. ПАВЛОВ

Редколлегия:

Проф. Ю. М. ГЕФТЕР, С. М. ДИОНЕСОВ (ответств. секретарь), проф. Б. И. ЗБАРСКИЙ, заслуж. деятель науки проф. А. А. ЛИХАЧЕВ, заслуж. деятель науки проф. Л. А. ОРБЕЛИ, академик А. В. ПАЛЛАДИН, проф. И. П. РАЗЕНКОВ, заслуж. деятель науки проф. А. Д. СПЕРАНСКИЙ, проф. А. А. УХТОМСКИЙ, Л. Н. ФЕДОРОВ (отв. редактор)

Редакционный совет

- | | |
|---|--|
| <p>1) Общая и экспериментальная физиология:
Э. Ш. Айрапетянц, проф. И. С. Беритов, В. С. Брандгендлер, проф. Д. С. Воронцов, проф. П. С. Купалов, А. В. Лебединский, Ф. П. Майоров, А. В. Тонких, проф. Г. В. Фольбольт, заслуж. деятель науки проф. Л. С. Штерн.</p> <p>2) Физиология труда:
проф. К. М. Быков, проф. М. И. Виноградов, проф. Э. М. Каган, Д. И. Шатенштейн.</p> | <p>3) Эволюционная физиология:
проф. Х. С. Коштоянц, проф. Е. М. Крепс.</p> <p>4) Зоотехническая физиология:
проф. Б. М. Завадовский, академик А. В. Леонтович.</p> <p>5) Биохимия и физиология питания:
В. М. Каганов, проф. А. Ю. Харит, проф. М. Н. Шатерников.</p> <p>6) Фармакология:
проф. В. В. Николаев.</p> |
|---|--|

ТОМ XVIII, ВЫПУСК 2

УПРАВЛЕНИЕ УНИВЕРСИТ. И НАУЧНО-ИССЛЕД. УЧРЕЖД. НАРКОМПРОСА РСФСР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАД 1935 МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
В. Ф. Широкий. К проблеме качества возбуждения. О соотношении между качеством раздражения и возбуждения в рефлексах спинного мозга	147
Л. М. Георгиевская и М. А. Усиевич. Колебания возбудимости в коре больших полушарий собаки в связи с введением и выведением бромистого натрия . .	166
М. Киселев и М. Маршак. Токи действия мышц человека при длительной стандартной работе и тренировке	180
С. А. Брандис, З. Д. Горкин, М. Я. Горкин при участии А. С. Познера. Физиологический анализ физических упражнений и их влияние на работоспособность. Сообщение 1. Физиологический анализ физических упражнений .	191
С. А. Брандис, З. Д. Горкин и М. Я. Горкин. Физиологический анализ физических упражнений и их влияние на работоспособность. Сообщение 2. Влияние физических упражнений на работоспособность	205
Н. Лозанов. О ринопневмометрическом показателе при состязаниях в беге на большую дистанцию	222
Л. Л. Шак. Порог гальванического фосфена на свету и в темноте	231
Н. А. Вишневский и Б. А. Цырлин. Влияние пониженного барометрического давления на темновую адаптацию, цветное зрение и электровозбудимость глаза .	237
А. М. Андреев, А. А. Волохов и Г. В. Гершуни. Об электрической возбудимости органа слуха. О воздействии переменных токов на пораженный слуховой прибор	250
О. В. Вернке и М. М. Левин. К физиологии изолированных отрезков тонкой и толстой кишок у человека	266
Н. П. Нехорошев. О регуляции илео-цекального сфинктера (у кошки)	276
Р. Я. Юделович. Влияние внешней высокой температуры на выделение кислот и оснований	283
Г. Е. Владимиров. Формы существования угольной кислоты в крови	291
А. П. Шмагина. К анализу влияния нервов на движение мерцательных волосков .	299
А. Ф. Арсеньев. Одновременное получение изолированных препаратов витаминов V_1 и V_2	309
А. Ф. Арсеньев и А. С. Солун. Гиповитаминоз V_2 у цыплят	318
А. М. Черников. О стандартизации бензинов	329

К ПРОБЛЕМЕ КАЧЕСТВА ВОЗБУЖДЕНИЯ

О соотношении между качеством раздражения и возбуждения в рефлексах спинного мозга¹

В. Ф. Широкий

Из физиологической лаборатории Кубанского медицинского института (Краснодар)

Настоящее исследование является логическим развитием работ нашей лаборатории, в которых на примере рефлекторной регуляции сердца (Смирнов, Смирнов и Широкий) изучались соотношения между количеством однородного раздражителя (индукционный ток) и процессами возбуждения и торможения, возникающими в вегетативных нервных центрах сердца при раздражении афферентных нервов. В предшествующих работах удалось установить зависимость рефлекторной реакции сердца: 1) от силы раздражения афферентных нервов, 2) от рода раздражаемых афферентных нервов и 3) от предшествующего состояния вегетативных центров сердца (Широкий) и на этой основе разработать метод функционального исследования вегетативной нервной системы у человека (Широкий). Таким образом на основе учета количественных изменений раздражителя в отношении рефлекторной регуляции сердца установлены качественные и количественные изменения в эфферентных нейронах сердца и их связи с афферентными нейронами.

В настоящем исследовании главное внимание обращено на качество применяемых раздражителей при учете количества воздействующего агента на организм животного. Причиной, побудившей нас к настоящему исследованию, послужило наблюдение дифференциальных изменений чувствительности кожи лягушки в Сеченовском торможении. Основанием же нашего исследования является точка зрения Орбели, согласно которой Сеченовское торможение, как установлено опытами Тонких, является одним из видов симпатической реакции спинного мозга в ответ на раздражение зрительных бугров. Непосредственно этот вопрос связан с проблемой отношения раздражения и возбуждения в двигательном аппарате с его нейроном и в особенности с проблемой отношения раздражения и возбуждения или раздражения и ощущения в органах чувств с их чувствительным нейроном. Н. Е. Введенский, блестяще разрешив в основном проблему отношения между количеством раздражителя и процессами возбуждения и торможения в своей теории парабיוза и pessimum и оптимальности частоты и силы раздражения на примере двигательного нерва и его окончаний в мышцах, впервые поставил как очередную задачу в физиологическом исследовании вопрос изучения качества возбу-

¹ Доложено в Физиологическом обществе Ростова н/Д 25 января и на V Всесоюзном съезде физиологов в Москве в июне 1934 г.

ждения. Мы в своем исследовании обратили внимание, с одной стороны, на качество раздражителей, а с другой — на форму проявления того процесса, который мы вызываем через органы чувств кожи лягушки в рефлексах спинного мозга. Мы, следовательно, взяли естественную форму проявления процессов возбуждения, возникающих в дуге рефлекса — рефлекторное движение, которое при прочих равных условиях представляет собой результат совокупности процессов, возникающих по ходу возбуждения.

Наш экспериментальный материал можно разбить на четыре серии. В первой серии нами проведены проверочные опыты по вопросу о действии на кожу, мышцы и нервы различных раздражителей.

В этих целях снималась кожа с одной лапки лягушки ниже коленного сустава, а другая лапка служила контролем. Отпрепаровывался один седалищный нерв и брался на нитку. После таких приготовлений препарата на различные ткани наносилось раздражение: прикосновением, давлением (пальцами), серной кислотой (0,1; 0,25; 0,5; 1,0% и концентрированным раствором), индукционным током, гальваническим током, как замыканием, так и размыканием, а также при постепенном его усилении через жидкий потенциометр. Кроме того производилось внутримышечно впрыскивание 0,2 см³ 0,5% H₂SO₄. В последнем случае для контроля производилось впрыскивание лягушкам внутримышечно 0,2 см³ рингеровского раствора. Большинство этих опытов поставлено на спинальных лягушках, но также ставились опыты и на лягушках с удаленными большими полушариями головного мозга. В этой серии поставлено 17 опытов.

В табл. 1, 2 и 3 можно отчетливо видеть, что с поверхности кожи все применяемые нами раздражители вызывают рефлекторное движение лапки с соответственными порогами раздражения. С поверхности нерва кислота применяемой нами концентрации (табл. 1) рефлекса не вызывает. Этот раздражитель не вызывает рефлекса и с поверхности мышцы, тогда как внутримышечно вызывает скоротечное рефлекторное движение. При погружении кончиков пальцев обнаженной лапки в кислоту у спинальных лягушек сначала порог времени реакции удлиняется, а затем становится практически „бесконечным“ (табл. 1 и 2).

Чем более полно удаляется кожа с пальцев лапок, а также мозолистые утолщения на ладонной поверхности пальцев, тем быстрее утрачивается рефлекс при раздражении их кислотой или прикосновением и давлением и даже можно сразу не выявить рефлекторного раздражения, как это видно в табл. 3. После того, когда уже утрачена рефлекторная реакция на эти раздражители, быстро произведенное отсечение кончиков пальцев ножницами еще вызывает рефлекс (табл. 1). Замыкательное и размыкательное раздражение индукционным и гальваническим током не дает существенной разницы как с поверхности кожи, так и при нанесении на лапку без кожи, между тем как постепенное усиление гальванического тока вызывает рефлекс только с поверхности кожи и не вызывает рефлекса с обнаженной лапки (без кожи) (табл. 2).

Опыты этой серии показывают, что химический раздражитель (кислота), равно как механический слабый (прикосновение), и сильный (давление) раздражители так же как и постепенно возрастающий от 0 до 4 вольт гальванический раздражитель вызывают рефлекс только с рецепторов кожи, а кислота — и с рецепторов мышц. Индукционный ток, гальванический ток (замыкание и быстро изменяющийся по силе во времени ток) и механический раздражитель вызывают рефлекс как с кожи, так и при раздражении непосредственно нервного волокна.

Из этой серии опытов вытекает также, что для вызывания рефлекса у лягушки под влиянием различных форм раздражителей имеет существенное значение место приложения раздражающего агента.

Во второй серии опытов мы поставили себе задачей выяснить механизм изменения дифференциальной чувствительности при Сеченовском торможении.

В этих целях опыты ставились, во-первых, так, как они проводились еще самим Сеченовым, с учетом рефлексов при раздражении кожи серной кислотой различных концентраций, а также прикосновением, давлением и индукционным током, во-вторых, по методу Годиридзе с записью сокращений антагонистических мышц бедра, т. Сеченовского.

ТАБЛИЦА 1

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Применение
		s	d	
9h 25'	Давление	0	0	Спинальная лягушка
	Прикосновение	0	0	
	0,1% H_2SO_4	12"	12"	
	0,25% H_2SO_4	3"	3"	
	0,5% H_2SO_4	1"	1"	
30'	Индукционный ток	120 мм	140 мм	Снята кожа с правой лапки
	0,1% H_2SO_4	12"	∞ ¹	
	0,5% H_2SO_4	2"	10"	
	0,5% H_2SO_4	2"	∞	
35'	Раствор Рингера 0,2 см ³	—	∞	Внутримышечно
	0,5% H_2SO_4 0,2 см ³	—	1"	
40'	0,5% H_2SO_4 на кожу наружной поверхн.	—	3"	
	0,5% H_2SO_4 на кожу внутренней поверхн.	—	3"	
45'	0,5% на поверхность мышцы (свежей)	—	∞	
50'	Давление	0	∞	
55'	Отрезывание кончиков лапки	0	5"	
10h —	0,5% H_2SO_4 на п. ischiad. d.	—	∞	
05'	H_2SO_4 крепкой концентрации на п. isch. d.	—	∞	
10'	То же на икроножную мышцу левой лапы	∞	—	

ТАБЛИЦА 2

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Примечание
		s	d	
11 5'	Прикосновение	0	∞	Спинальная лягушка Правая лапка без кожи
6'	Давление	0	∞	
10'	0,25% H_2SO_4	5"	∞	
	0,5% H_2SO_4	0	60"	
	1% H_2SO_4	0	29"	
15'	Индукционный ток	0	0	Замыкание и размыкание
20'	Гальванический ток	0	0	
	" "	10"	∞	Постепенное усиление

¹ Знак бесконечности. Раздражение не дает реакции в течение 50 сек. и более.

mitendinosus et triceps femoris, при раздражении кожи задних лап фильтровальной бумажкой, смоченной в 1% серной кислоте, прикосновением и давлением на кожу задних лапок и раздражением п. regeae той же стороны индукционным током. Во всех этих случаях после наступивших изменений рефлекса, при наложении кристаллика поваренной соли на зрительные бугры производилась перерезка спинного мозга под продолговатым. В виду существующих возражений против взгляда Орбели и Тонких на связь Сеченовского торможения с симпатической нервной системой мной были поставлены также опыты на таламических лягушках с предварительной перерезкой спинного мозга на уровне выхода спинномозговых корешков, начиная с третьего по четвертый.

Согласно данным Волохова, и в особенности Федотова из лаборатории проф. Л. А. Орбели, изучавших изменение кожного потенциала, симпатические волокна у лягушек из головного мозга спускаются по спинному мозгу до уровня четвертого спинального корешка, откуда и переходят по своим инициальным волокнам в симпатический пограничный ствол, в третью и четвертую ветви. Далее, волокна, прерываясь в седьмом, восьмом и девятом узлах, переходят по соединительным ветвям в соответствующие спинальные нервы и седалищный нерв.

Все опыты ставились на таламических лягушках с предварительным удалением больших полушарий головного мозга.

ТАБЛИЦА 3

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Примечание
		s	d	
1h 35'	Индукционный ток прер.	160 мм	210 мм	Правая лапка без кожи
	0,1% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	0,25% H ₂ SO ₄	2"	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	5"	∞	
40'	Индукционный ток . . .	160 мм	210 мм	
	0,1% H ₂ SO ₄	∞	∞	
	0,25% H ₂ SO ₄	11"	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	8"	∞	
	1% H ₂ SO ₄	5"	∞	
	Прикосновение	0	∞	
50'	Индукционный ток . . .	160 мм	200 мм	Наложение кристалла NaCl
	0,25% H ₂ SO ₄	∞	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	60"	∞	
	1% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	Прикосновение	0	∞	
55'	Индукционный ток . . .	160 мм	200 мм	Перерезка спинного мозга под продолговатым
	0,25% H ₂ SO ₄	31"	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	17"	∞	
	1% H ₂ SO ₄	5"	∞	
	Прикосновение	∞	∞	
	Давление	4"	∞	
2h 5'	Индукционный ток . . .	180 мм	180 мм	
	0,1% H ₂ SO ₄	180 мм	250 мм	
	"	22"	∞	
3h 10'	0,1% H ₂ SO ₄	17"	∞	Через 1 час перерыва
	0,25% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	5"	∞	
	1% H ₂ SO ₄	3"	∞	
	Прикосновение	0	∞	

Табл. 3 отчетливо показывает, что после наложения кристаллика NaCl на зрительные бугры лягушки, раздражение кислотой левой лапки, у которой сохранена кожа, вызывает резкое падение рефлекторной возбудимости, причем порог времени реакции удлиняется соответственно концентрации кислоты. В то же время порог рефлекторной

возбудимости на механический раздражитель и на индукционный ток не изменился. Перерезка спинного мозга под продолговатым произвела коренные изменения в рефлексах: рефлекторная возбудимость к механическому раздражителю понизилась, на кислоту — повысилась (рефлекс наступает на 0,25% раствор через 31 сек., а на 0,5% — через 17 сек.). В отношении индукционного тока порог возбудимости левой и правой лапы сначала сравнялся, а затем для правой возбудимости резко повысилась (лапа без кожи), а для левой осталась неизменной. Через час наступило почти полное восстановление порогов рефлекторной возбудимости на химические и механические возбудители.

В опыте с записью сокращений мышц антагонистов подтвердились те же отношения между качеством раздражения и характером изменения рефлекторной возбудимости.

В виду особой важности явлений наблюдаемых после перерезки спинного мозга мной специально поставлен ряд опытов с исследованием рефлекторной возбудимости на химические и механические раздражители, сразу после декапитации лягушки.

ТАБЛИЦА 4

Время	Раздражители	Пороги раздражения	Примечание
7 час. 20'	Прикосновение Давление 1% H_2SO_4	∞ ∞ 10"	Спинальная лягушка Сразу после декапитации Наклейка бумаги
" 25'	Прикосновение Давление 1% H_2SO_4	∞ 4" 6"	Слабая реакция
" 30'	Давление 1% H_2SO_4	0 0	

Табл. 4 отчетливо показывает полное торможение спинномозговых рефлексов на механическое раздражение (прикосновение и давление) и сохранение рефлекторной возбудимости на химическое раздражение с некоторым ее понижением сразу после декапитации лягушки. Затем рефлекторная возбудимость спинальной лягушки, как обычно, восстанавливается. При этом нужно здесь отметить, что чем быстрее производится декапитация и чем она ниже по направлению к спинному мозгу, тем слабее выражены эти явления. Чем грубее операция и чем больше при ней травмируется продолговатый мозг, тем резче и дольше эти явления выражены. Таким образом шок после декапитации представляет собой довольно сложное явление, его симптомы зависят от формы раздражения рецепторов. Общий характер шока различен в зависимости от локализации повреждения центральной нервной системы.

Третья группа опытов этой серии показывает (табл. 5), что у лягушек с предварительной перерезкой спинного мозга под четвертым корешком наступает понижение рефлекторной возбудимости до полного торможения для химических раздражителей как в переднем сегменте, так и в заднем; причем, если в переднем сегменте рефлекторная возбудимость на механические раздражители сохраняется в период раздражения на химический возбудитель, то в заднем сегменте при этих условиях опыта утрачивается рефлекторная возбудимость как на химические раздражители кожи, так и на механические.

Что наблюдаемые нами изменения рефлекторной возбудимости в задних конечностях связаны с раздражением поваренной солью зрительных бугров головного мозга, — на это указывает факт восстановления рефлекторной возбудимости через определенный промежуток времени после снятия кристаллика NaCl. Этот характер изменений рефлекторной возбудимости задних лап наблюдается только при перерезке спинного мозга ниже четвертого спинального нерва; перерезка выше и ниже, на уровне третьего или пятого и шестого нервов не дает подобных изменений в рефлексах.

Эти факты позволяют сделать следующие выводы.

1. Сеченовское торможение следует рассматривать не как торможение низших отделов центральной нервной системы высшими

ТАБЛИЦА 5

Время	Раздражители	Пороги	Место	Примечание		
		раздражения				
5 ^h 53'	Давление	0	Задние лапы	Сеченовская лягушка Перерезан спинной мозг под четвертым корешком		
	0,1% H ₂ SO ₄	0				
	0,25% H ₂ SO ₄	5"				
54'	Давление	0	Передние			
	0,1% H ₂ SO ₄	∞				
	0,25% H ₂ SO ₄	5"				
	0,5% H ₂ SO ₄	2"				
6 ^h 05'	—	—	Задние	Через 2' после снятия NaCl		
	Давление	0				
	0,25% H ₂ SO ₄	5"				
	0,5% H ₂ SO ₄	4"	Передние			
	Давление	0"				
	1%	0"				
10'	Давление	∞	Задние			
	0,25% H ₂ SO ₄	25"				
	0,5% H ₂ SO ₄	2"				
	Давление	0"				
17'	Давление	0"	Передние			
	1% H ₂ SO ₄	0"				
	0,25% H ₂ SO ₄	∞			Задние	
	0,5% H ₂ SO ₄	36"				
Давление	∞					
25'	1% H ₂ SO ₄	∞	Передние			
	Давление	0				
30'	0,25% H ₂ SO ₄	∞	Задние			
	0,5% H ₂ SO ₄	∞				
	Давление	∞				
	1% H ₂ SO ₄	∞				
8 ^h 50'	Давление	0	Задние	После перерыва на 2 часа		
	0,25% H ₂ SO ₄	39"				
	0,5% H ₂ SO ₄					
55'	Давление	0"	Передние			
	1% H ₂ SO ₄	8"				
	Прикосновение	0			Задние	
	0,25% H ₂ SO ₄	12"				
0,5% H ₂ SO ₄	5"					
	Давление	0	Передние			
	1% H ₂ SO ₄	4"				

ее отделами вообще, но, прежде всего, как результат влияния вышших отделов центральной вегетативной нервной системы, расположенных в среднем мозгу, на цереброспинальную нервную систему, результат влияния, вызывающий в ней определенную форму процесса торможения, связанного с определенной формой возбуждения.

2. Вследствие того что на фоне уже развившегося торможения кислотных рефлексов, при действии соли на средние части мозга, вполне сохраняются и даже повышаются рефлексы спинного мозга на механический раздражитель, надо признать, что торможение рефлексов зависит здесь еще от воспринимающих нейронов. А. А. Шли-тер в свое время исходил из предположения, что химический раздражитель при прочих равных условиях производит в сенсорных приборах относительно высокие ритмы импульсов сравнительно с теми, которые вызываются умеренными механическими или фарадическими раздражениями. Возможно, что этим следует объяснить особенности химического раздражения рефлекторных приборов, как в известных опытах И. М. Сеченова, так и в условиях тех наблюдений, о которых идет здесь речь. Одни и те же эфферентные приборы могут тормозиться под действием частых импульсов с химических рецепторов и в то же время возбуждаться под влиянием умеренных механических раздражений с кожи.

3. При локальном раздражении нижней трети продолговатого мозга наступающий шок спинномозговых рефлексов у лягушек представляет собой не общее и разлитое распространение торможения на весь спинной мозг; прежде всего развивается определенная форма торможения для эффектов на определенные формы раздражения периферии, именно на влияния механического раздражителя, и в меньшей мере изменяется рефлекторная возбудимость спинного мозга на кислотные раздражители. Это показывает, что в указанном этаже центральной нервной системы существуют центры, значительно отличающиеся по своему влиянию на спинной мозг от вышележащих этажей головного мозга. Наличие при этом незначительных влияний на кислотные рефлексы обнаруживает, что медуллярные этажи вызывают слабые изменения рефлексов этой формы раздражения и возбуждения.

4. У нас достаточно данных для локализации наблюдаемых изменений рефлексов в афферентной системе нейронов, но мы не можем точно указать — происходят ли эти изменения рефлекторной возбудимости собственно в спинномозговых ганглиях с их нервными отростками, во вставочных нейронах, или в самих рецепторах кожи. Отсутствие рефлексов при раздражении чувствительного нервного волокна индукционным током и одновременное отсутствие рефлексов на механические раздражения кожи после перерезки спинного мозга под продолговатым при одновременном сохранении рефлексов от раздражения кислотой до известной степени указывают на то, что эти торможения локализуются не в рецепторах кожи, а в дальнейшей афферентной системе. Также факт почти моментального снятия торможения на кислотный раздражитель после перерезки спинного мозга на фоне развитого Сеченовского торможения говорит против предположения об исключительном влиянии секрета кожных желез на развивающееся торможение рефлексов к кислотному раздражителю.

Таким образом остается в силе наше предположение, что процессы торможения на различные формы раздражения локализуются в афферентных нейронах в широком смысле этого слова.

Наряду с наблюдением изменений в афферентной системе нам представлялось необходимым выяснить, — происходят ли эти изменения только в нервных клетках, или же они присущи и чувствительному нервному волокну.

Эту задачу мы разрешали в третьей серии опытов следующим образом: у спинальной лягушки отпрепаровывались седалищные нервы и брались на нитку. Производилась контрольная проверка рефлекторной реакции на кислотный и механический раздражители, затем один из нервов локально отравлялся слабым раствором кокаина (от 0,3 до 1%) или никотина (от 0,1 до 1% раствора) в течение 2½ минут (минимальный срок) и более. От начала отравления и до полной потери проводимости нерва исследовались рефлексы на вышеупомянутые раздражители с учетом порога времени. В выборе этого метода мы исходили, во-первых, из существующих данных о парабитическом влиянии различных ядов на двигательное нервное волокно (факт, установленный Н. Е. Введенским), а во-вторых, из общепринятой схемы кокцинового опыта в анализе рефлекторной дуги (Гиневинский, Лейбсон). Табл. 6 отчетливо показывает, что отравление седалищного нерва 1% кокаином дает фазные изменения чувствительности на различные раздражители, наносимые на кожу лап ниже отравленного участка.

ТАБЛИЦА 6

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Примечание
		s	d	
10 ^h 18'	Давление 0,5% H ₂ SO ₄	0" 6"	0" 6"	Спинальная лягушка Наклеивание бумажки с кислотой
11 ^h 40'	0,5% H ₂ SO ₄ 0,5% H ₂ SO ₄ Давление Давление 0,5% H ₂ SO ₄	5" 5" 0" 0" 0"	5" ∞ 0" ∞ ∞	Кокаин 1% на n. ishiadicus d. Перед этим нерв отравлялся 0,1% раствором кокаина
12 ^h	Давление 0,5% H ₂ SO ₄ Давление 0,5% H ₂ SO ₄ Давление 0,5% H ₂ SO ₄ Давление	0" 9" 0" 8" 0" 6" ∞	— — — — — — —	Кокаин 1% на n. ischiadicus d. на 2½ мин. Слабый рефлекс
12 ^h 5'	Давление 0,5% H ₂ SO ₄	∞ 6"	— —	Слабая реакция
8'	Давление 0,5% H ₂ SO ₄	0" ∞	— —	
15'	Давление 0,5% H ₂ SO ₄	0" ∞	— —	
25'	0,5% H ₂ SO ₄ Давление 0,5% H ₂ SO ₄	7" 0" ∞	7" — ∞	
33'	0,5% H ₂ SO ₄ Давление 0,5% H ₂ SO ₄	7" 0" ∞	7" ∞ ∞	Раздражалась кожа спины Левая и правая лапы Кожа спины Левая и правая лапы " " "

Сначала утрачивается проводимость нерва при раздражении кожи одним каким-либо раздражителем химическим или механическим, а затем наступает полная непроводимость к обеим формам раздражения, если яд продолжает действовать (как в случае отравления правого нерва), либо восстанавливается утраченная проводимость для импульсов с нерва от механического раздражения кожи и утрачивается проводимость для импульсов в нерве от раздражения кожи химическим раздражителем. Проводимость двигательного нерва как в том, так и в другом случае сохраняется.

ТАБЛИЦА 7

Спинальная лягушка

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Примечание
		s	d	
12 ^h 18'	Давление	0"	0"	Наклеивание бумажки с кислотой
22'	1% H ₂ SO ₄	3"	4"	Кокаин 0,3% на n. ischiadic. dext.
	Давление	—	0"	
24'	1% H ₂ SO ₄	—	5"	
	Давление	—	—	
26'	1% H ₂ SO ₄	—	6"	
	Давление	—	—	
38'	1% H ₂ SO ₄	—	—	Никотин 0,1% на n. ischiadic. sinist.
	Индукционный ток (раст. кат. 100 мм)	0"	—	
45'	Давление	2"	—	
	1% H ₂ SO ₄	3"	—	
48'	Давление	—	—	
	1% H ₂ SO ₄	5"	—	
1 ^h —	Давление	—	—	
	1% H ₂ SO ₄	34"	—	
	Давление	—	—	
	1% H ₂ SO ₄	—	—	

Табл. 7 показывает, что кокаин и никотин в слабых концентрациях сначала нарушают проводимость в чувствительном нерве к импульсам, возникающим в рецепторах давления, когда сохраняется еще проводимость к импульсам, возникающим в химических рецепторах кожи, а затем утрачивается полностью и к той и другой форме возбуждения.

Однако и никотин может создавать такие изменения в нерве, когда сначала утрачивается проводимость чувствительного нерва к импульсам от раздражения химических рецепторов кожи.

Табл. 8 показывает, что при довольно продолжительном отравлении нерва сначала 0,1% раствором никотина, а потом 1% раствором никотина утратилась проводимость нерва только к импульсам от раздражения кожи кислотой и совсем не утратилась проводимость нерва к импульсам от раздражения кожи механическим раздражителем, причем по удалении яда восстановилась проводимость нерва и к импульсам от химического раздражения кожи.

ТАБЛИЦА 8

Время	Раздражители	Пороги раздражения		Примечание
		s	d	
10 ^h 40'	Давление	0	0	Спинальная лягушка Погружение лапки Никотин 0,1% на п. ischiadicus dext.
45'	0,1% H ₂ SO ₄	6"	6"	
46'	—	—	—	
	Прикосновение	∞	0	
	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	9"	13"	
11 ^h 12'	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	5"	7"	
18'	—	—	—	Никотин. 1% на тот же нерв
20'	0,1% H ₂ SO ₄	5"	7"	
	Прикосновение	—	0	
30'	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	10"	30"	
	Прикосновение	—	0	
32'	Давление	0	0	
35'	—	—	—	Никотин 1% на тот же нерв
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	11"	
	Давление	0	0	
40'	0,1% H ₂ SO ₄	8"	22"	
	Давление	0	0	
45'	0,1% H ₂ SO ₄	9"	∞	
	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	Давление	0	0	
	0,5% H ₂ SO ₄	—	∞	
50'	—	—	—	Снят никотин
58'	0,1% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	Прикосновение	—	0	
	Давление	0	0	
	0,5% H ₂ SO ₄	0	∞	
12 ^h 10'	Давление	0	0	
	0,5% H ₂ SO ₄	1"	9"	
	0,1% H ₂ SO ₄	1"	4"	
25'	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	26"	
	0,5% H ₂ SO ₄	1"	4"	
55'	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	15"	
	0,5% H ₂ SO ₄	2"	3"	

Из этой серии опытов вытекает вывод, что как в чувствительных центрах, так и в чувствительных нервах развиваются импульсы и возбуждения различной формы. При раздражении кожи химическими раздражителями повидимому возникают в нерве импульсы одной формы возбуждения, а при раздражении кожи механическими раздражителями — импульсы иной формы, своеобразия которой, как известно, Adriaп при помощи токов действия не уловил.

Если бы в наших опытах при отравлении седалищного нерва кокаином или никотином развивалась типичная парабитотическая реакция, установленная Введенским для двигательного нервного волокна, тогда надо было бы ожидать развития парадоксальной стадии на механические или химические раздражители, но ее нам наблюдать не удалось. Если бы мы имели в афферентном нерве типичное песси-

мальное состояние, тогда, вероятно, мы всегда имели бы сначала утрату проводимости в измененном участке для импульсов от химического раздражения, а затем от механического при их действии на кожу.

В чувствительном нерве мы имеем то общее с двигательным нервом, что действие кокаина и никотина приводит все волокна нерва в конечном счете к состоянию глубокого торможения и наркоза, но вместе с тем и то особенное, что в начальных стадиях отравления чувствительного нерва эти яды различно изменяют его проводимость не по силе, а по качеству. Это мнение еще больше подкрепляется тем, что двигательное нервное волокно позже всех утрачивает свою проводимость и возбудимость к возбуждению, приходящему из центра. Эти данные требуют от нас признания не только количественного, но и качественного своеобразия процессов возбуждения и торможения в двигательном и чувствительном нервном волокне, а также признания возникновения в чувствительных нервах различного качества возбуждения, характер которого определяется формой раздражения кожных рецепторов.

Четвертая серия опытов. Для полноты анализа наблюдаемых явлений в рефlekсах спинного мозга при создании блокады на различных участках чувствительного нерва мы считали необходимым исследовать изменения отношения рецепторов кожи к применяемым различным раздражителям.

Для этой цели мы поставили опыты с отравлением кожи стопы задних лапок 10% кокаином и 1% никотином в течение $2\frac{1}{2}$ —5 мин. простым погружением лапок спинальной лягушки в применяемые нами растворы ядов, причем, как и в предыдущих опытах, сначала устанавливались пороги раздражения, а затем лапы подвергались отравлению. Каждый раз производилось отравление сначала одной лапы при второй контрольной, а затем наоборот.

Табл. 9 отчетливо показывает, что после пятиминутного отравления кожи правой лапки лягушки 10% кокаином постепенно развивается угнетение сначала на механические раздражители, а затем и на химические; но на механические раздражители полностью утрачивается возбудимость рецепторов кожи, а на химические она лишь резко понижается.

Контрольная лапа показывает, что центральная нервная система при отравлении кожи не страдает.

Отравление кожи левой лапы 1% никотином в течение 5 мин. привело сразу к потере возбудимости рецепторов к различным формам применяемых раздражителей, причем через 45 мин. после отравления сначала восстановилась в слабой форме возбудимость к механическим раздражителям кожи при заторможенной реакции на химические раздражители. В то же время в правой лапе полностью восстановилась чувствительность кожи к химическим раздражителям, но еще заторможена была чувствительность к механическим.

В этих опытах оказалось, что 1% никотин при пятиминутном действии на кожу полностью угнетает чувствительность, тогда как при отравлении в течение $2\frac{1}{2}$ мин. можно наблюдать понижение чувствительности кожи сначала к химическим раздражителям, а затем и к механическим (табл. 10).

Характерно то, что и сам никотин (1%) вызывает рефлекс в первый период воздействия им на кожу лягушки, как это видно из табл. 10 (левая лапа), но приложенный к коже правой лапы, в которой этот яд вызвал понижение чувствительности к кислотному раздражителю, он рефлекса не вызывает. Кокаин (10%), приложенный к коже, не вызывает рефлекса.

В опытах с отравлением кожи кокаином и никотином нам не пришлось наблюдать тождественности в характере фазных изменений чувствительности кожи к применяемым раздражителям. Кокаин сначала вызывает в коже потерю чувствительности к механическим раздражителям, восстановление же — сначала к химическим раздражителям; никотин — наоборот.

Эта серия опытов позволяет сделать следующие выводы:

1. Восприятие кожей лягушки различных форм раздражения под влиянием химических и механических раздражителей производится

ТАБЛИЦА 9

Время	Раздражители	Пороги		Примечание
		s	d	
9 ^h 15'	Давление	0	0	Спинальная лягушка
	0,1% H ₂ SO ₄	7"	3"	
	0,25% H ₂ SO ₄	3"	3"	
24'	0,5% H ₂ SO ₄	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	11"	
	0,1% H ₂ SO ₄	11"	11"	Кокаин на кожу правой лапы в течение 5'
	Прикосновение	0	0	
30'	—	—	—	
35'	Прикосновение	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	5"	10"	
	0,1% H ₂ SO ₄	7"	7"	Кокаин 10% на кожу той же лапы в течение 5'
40'	—	—	—	
45'	Прикосновение	0	∞	
	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	4"	3"	
48'	Прикосновение	0	∞	
	Давление	0	2"	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	12"	
51'	Прикосновение	0	∞	
	Давление	0	2"	
55'	0,1% H ₂ SO ₄	14"	20"	
	0,1% H ₂ SO ₄	7"	∞	
	Прикосновение	0	∞	
58'	Давление	0	2"	
	Прикосновение	0	∞	
	Давление	0	2"	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	∞	
10 ^h 03'	0,5% H ₂ SO ₄	4"	16"	
	Прикосновение	0	∞	
	Давление	0	∞	
	0,1% H ₂ SO ₄	8"	∞	Никотин 1% на кожу левой лапы в течение 5'
	0,25% H ₂ SO ₄	4"	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	2"	23"	
05'	—	—	—	
10'	Прикосновение	∞	∞	
	Давление	∞	∞	
	0,1% H ₂ SO ₄	∞	∞	
	0,25% H ₂ SO ₄	∞	∞	
	0,5% H ₂ SO ₄	∞	23"	
55'	Прикосновение	∞	∞	
	Давление	5"	∞	
	0,1% H ₂ SO ₄	∞	8"	

через посредство качественно различных рецепторов. Подтверждением этого вывода является различный характер фазных изменений чувствительности кожи при отравлении кокаином и никотином.

В физиологии и невропатологии существует иная точка зрения на фазность в изменении кожной чувствительности при отравлении ее кокаином, фенолом и другими ядами. Так, например, Нöber считает, что холодовые и болевые окончания расположены более поверхностно, чем тепловые и рецепторы прикосновения, основываясь на данных Frey, полученных им при нанесении на кожу человека кокаина, фенола, ледяной уксусной кислоты и других веществ, вследствие чего раньше теряется чувствительность к холоду, чем к теплу,

ТАБЛИЦА 10

Время	Раздражители	Пороги		Примечание
		s	d	
11 ^h 15'	Прикосновение	0	0	Спинальная лягушка
	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	11"	11"	
	0,25% H ₂ SO ₄	4"	4"	
	0,5% H ₂ SO ₄	2"	2"	
	0,1% H ₂ SO ₄	11"	11"	
	Прикосновение	0	0	
20'	Давление	0	0	Никотин 1% на правую лапу в течение 2 ¹ / ₂ ' (сам никотин вызвал рефлекс)
	—	—	—	
22 ¹ / ₂ '	Прикосновение	0	0	
	Давление	0	0	
	0,1% H ₂ SO ₄	11"	∞	
	0,25% H ₂ SO ₄	4"	8"	
	0,5% H ₂ SO ₄	2"	3"	
	Никотин 1%	6"	∞	
	Кокаин 10%	∞	∞	
	Никотин 1%	6"	∞	

а также теряется чувствительность к боли при сохранении чувствительности к прикосновению.

Такая чисто пространственная схематика для наблюдаемых явлений не оправдывается нашими опытами. Здесь прежде всего, не забывая пространственного фактора, необходимо учитывать функциональные изменения при наблюдении фазности изменений в рецепторах, которая зависит от различных качеств рецепторов. Ведь допускают же возможность суждения о качественном различии рецепторов органа вкуса, на основе фазных изменений качества вкусовых ощущений у человека при отравлении языка кокаином (2%) или гимнемовой кислотой, заключающейся в *ginnema Silvestre*, и другими веществами (Höber). Таким образом у самого Höber имеются противоречивые суждения, которые, на наш взгляд, ничем не оправдываются.

2. Факт возникновения однотипных и различных фазных изменений проводимости в нерве от различных форм раздражения кожных рецепторов лягушки при отравлении седалищного нерва кокаином и никотином и различных фазных изменений при отравлении теми же ядами кожных рецепторов, делает возможным предположение, что если определенный рецептор кожи, подвергаясь действию раздражителя определенной формы, реагирует определенной же формой возбуждения ему присущей и зависящей от формы раздражителя, то чувствительное нервное волокно имеет свойство проводить различные формы возбуждения, возникающие в разных рецепторах под влиянием различных раздражителей.

Наблюдаемое нами на лягушках дифференцированное изменение чувствительности при различных воздействиях на различные части нервной системы лягушки и ее рецепторы в коже — не такое уж редкое явление в патологии человека. Так, Штрюмпель приводит случай потери у человека ощущения к давлению и сохранения ощущения к прикосновению. Вообще в невропатологии человека диссоциированные расстройства чувствительности не представляют редкости. Клинически среди таких диссоциированных расстройств чувствительности различают два типа, в соответствии с

двумя различными системами проводящих путей в спинном мозгу: 1) поражения заднего рога или задних столбов (синдромы, гематомы) — отсутствие ощущений боли, тепла и холода при сохранности тактильной чувствительности и чувства глубоких органов и 2) поражения задних пучков (комбинированный склероз, спинная сухотка) — отсутствие глубокой чувствительности и тактильной при сохранности чувства боли, тепла и холода.

Наступающий при повреждении одной половины спинного мозга известный симптомокомплекс Броун-Секара тоже характеризуется диссоциированным расстройством чувствительности, различным на обеих сторонах (Россолимо). Эти расстройства чувствительности невропатологи считают вполне возможным объяснить анатомическим строением центральной нервной системы: глубокая чувствительность, а отчасти тактильная, проводятся задними столбами, волокна которых перекрещиваются только в продолговатом мозгу, тогда как периферическая чувствительность идет по *fascic. spinothalamicus*, который перекрещивается в спинном мозгу (Россолимо).

Между лягушкой и человеком имеется колоссальное различие в степени развития функциональной деятельности центральной нервной системы, связанное с существенными морфологическими различиями, — у лягушки, как видно из наших опытов, менее дифференцированы анатомические связи центральной нервной системы с кожными и другими рецепторами. Наблюдаемые нами резкие функциональные зависимости в изменении рефлекторной чувствительности от вышележащих отделов центральной нервной системы и вегетативной нервной системы, в частности, не исключают, а предполагают наличие особых связей и зависимостей в диссоциации чувствительности у человека от вышележащих отделов. Они и наблюдаются, например, при заболеваниях продолговатого мозга, зрительных бугров и внутренней сумки, коры мозга, а также при так называемом функциональном заболевании нервной системы — истерии.

Возьмем например такое заболевание как *tabes dorsalis*, при котором из всех поражений центральной нервной системы прежде всего обращают на себя внимание поражения задней части спинного мозга, а дегенеративные изменения происходят обычно в задних корешках и в межпозвоночных ганглиях, редко в передних корешках. Об исходном пункте развития спинной сухотки существуют две теории, на наш взгляд несущественно отличающиеся друг от друга: по одной — в основе лежит первичное поражение спинальных ганглиев и их гомологов, но без их структурного нарушения; по другой — первично поражаются задние корешки. Из всего многообразия симптомов, наблюдаемых при этом заболевании, обратим внимание на то, что в ранней стадии обычно поражаются анестезией все виды чувствительности, но с преимущественным поражением локализации кожных ощущений; в исходной стадии болезни бывает падение костной и мышечной чувствительности. Параличи при спинной сухотке большей частью встречаются в исходной стадии болезни.

Если сопоставить эти данные, наблюдаемые на человеке при *си-филисе*, с нашими данными при отравлении кокаином и никотином ствола *p. ischiadici* у лягушки и развитием при этом диссоциации чувствительности при раздражении кожи различными раздражителями, то совершенно очевидна общая закономерность в развитии расстройств как чувствительности, так и функции двигательного нерва. Но у лягушки мы имеем распространение различных форм возбуждения по одному чувствительному нервному волокну, а у человека по анатомически разным нервам. Однако мы вправе сказать, что как у лягушки, так и у человека по одним или разным нервным волокнам протекают качественно различные процессы возбуждения, а по двигательным нервным волокнам — отличные от таковых в чувствительных волокнах, хотя и имеющие общие свойства, как это установлено *Adrian* и его учениками с помощью изучения токов действия на лягушках и теплокровных животных.

Поэтому не случайно, что в настоящее время школа Сперанского при помощи блокады кокаином добилась таких разительных успехов в лечении различных трофических расстройств в тканях организма человека.

Отсюда понятно, как велико значение правильного понимания механизма связей в организме и отношения отдельных его частей к различным эндогенным и экзогенным раздражителям. Принятый нами метод исследования как раз и позволяет правильно подходить к изучению этих сторон в физиологии человека и животных.

Заключение

Факт существования различных изменений в нерве при отравлении его кокаином и никотином при разной их концентрации и однородных изменений в рецепторах кожи показывает, что рецепторы кожи у лягушки более специализированы в отношении к определенным формам раздражения, чем само нервное волокно. Нервное волокно имеет свойство реагировать не только на разную силу раздражения и возбуждения, но и на разное качество этих процессов, в то же время нерв, так же как и рецептор, реагирует ритмическим процессом возбуждения не на всякое раздражение.

Этот взгляд согласуется с мнением Ухтомского, который считает нервное волокно наиболее лабильной тканью, имеющей свойство перестраиваться на разный ритм возбуждения. Но повидимому у человека лабильность нервного волокна более ограничена. Мы устанавливаем тождество между возбуждением, возникшим в определенном рецепторе, с возбуждением, проходящим по чувствительному нервному волокну и воспринимающей части центральной нервной системы.

Тот факт, что кислота, приложенная к коже, вызывает рефлекс, а приложенная в той же концентрации к поверхности нерва рефлекса не вызывает, сравнительно быстро вызывая в нем глубокие изменения проводимости и возбудимости, как и свет в пределах видимого спектра не вызывает при воздействии на нерв рефлекса, а при большей силе действует уже как тепло, — показывает, что в нервном волокне нет условий для установления непосредственных связей со всяким раздражителем, но достаточно данных к тому, чтобы возникшее возбуждение в специфическом рецепторе проводить без изменений, подобно тому как в сетчатке зрительный пурпур, изменяясь под действием света, вызывает новый процесс в нервных элементах, отличный от выцветания пурпура, но в то же самое время характерный только для данного субстрата. Несомненно, что при взаимодействии кожи с химическим раздражителем в соответствующих рецепторах развивается и химический процесс, как и при раздражении других рецепторов механическим раздражителем, но в обоих случаях возникающие процессы обуславливают возникновение и неодинаковых процессов возбуждения. И само собой разумеется, что раздражитель не тождествен процессу раздражения и тем более процессу возбуждения, так же как электрический потенциал возбуждения может служить раздражителем соседнего участка, но не тождествен ему и возникающему в нем процессу возбуждения.

Наши опыты с кислотой и механическими раздражителями подчеркивают существенное значение места приложения раздражителя в установлении механизма связей отдельных тканей между собой. Поэтому точный учет локализации раздражения при прочих равных условиях является существенным моментом. Отсюда само собой разумеется, что применение в хирургии, например, кокаина, как местно-анестезирующего фактора, будет иметь различный эффект: действуем ли мы непосредственно на нервное волокно по его продолжению (как в спинномозговой анестезии), либо мы его наносим на месте операции по методу „ползучего“ наркоза.

Применяемый нами метод исследования на лягушках намечает пути для сравнительно-физиологического исследования этого вопроса. Поскольку выясняется резкая зависимость реакции тканей организма от пути воздействия на них различных раздражителей,

ясно, что, не изучивши свойств этой ткани в ее отношении к различным раздражителям при непосредственном воздействии на данную ткань, мы не в состоянии правильно судить о механизме действия того или иного яда, введенного в кровь или другими путями в организм, о преимущественном влиянии этого яда на ту или иную ткань и о связях между отдельными частями организма. С этой точки зрения изучение свойств изолированных органов и тканей в их отношении к различным раздражителям должно служить необходимым этапом во всяком физиологическом исследовании, ставящем перед собой задачу изучения механизма связей в организме. Только при таком исследовании полученные результаты могут служить опорой для практического применения наших заключений.

В общем, для определенной формы реакции тканей и организма в целом должно быть строгое совпадение отдельных сторон в раздражителе с отдельными сторонами в рецепирующей ткани или организме. Грубо выражаясь, в организме животного и человека имеется много путей, через которые внешний мир может проникать, вызывая в нем определенные изменения, но для получения определенного состояния организма через определенную форму раздражения мы можем воздействовать только через один путь, а через остальные пути при прочих равных условиях будет иной эффект. С этим необходимо считаться не только физиологам и фармакологам, но и клиницистам.

Таким образом количество и качество раздражителя, состояние организма и путь воздействия на него являются теми кардинальными условиями, при учете которых мы сможем правильно вмешиваться в организм и предвидеть результаты нашего вмешательства. Этот взгляд ни в коей степени не приковывает нас к клеточному пониманию локализации функций в организме, а требует от нас исканий функциональных переходов и понимания дифференцированной локализации функций как развивающегося процесса.

Метод изучения органов чувств, применяемый Adrian и его сотрудниками (Houglan и др.), представляет значительный теоретический и практический интерес в анализе переходов процесса возбуждения в торможение в органе чувств, но его метод, взятый сам по себе, не обеспечивает нам понимания качества этого процесса. Наш метод обеспечивает исследование не только количественных переходов в органах чувств и изучения их качества, но позволяет учитывать особенности функции всего воспринимающего нейрона, в отличие от эфферентного нейрона.

Выводы

1. Для вызывания рефлекторного движения у лягушки под влиянием различных форм раздражителей имеет существенное значение место приложения раздражающего агента. Индукционный ток и гальванический ток — замыкание и размыкание — и механический раздражитель вызывают рефлекс как с кожи, так и при раздражении нервного волокна. Постепенно возрастающий гальванический ток и кислотный раздражитель вызывают рефлекс с кожи и не вызывают с других участков ткани организма лягушки.

2. Сеченовское торможение является результатом влияния высших отделов центральной вегетативной нервной системы на цереброспинальную нервную систему, вызывая в ней определенную форму процесса торможения, связанного с определенной формой

возбуждения, возникающего под влиянием раздражения рецепторов кожи кислотой.

3. В Сеченовском торможении, в первой фазе его развития, двигательный нейрон не претерпевает существенных изменений, развивающаяся своеобразная форма торможения должна быть локализована в афферентных нейронах.

4. При децеребрации лягушки в области нижней трети продолговатого мозга наступает шаг спинномозговых рефлексов, характеризующийся развитием процесса торможения прежде всего тех форм возбуждения, которые возникают на периферии под влиянием механических раздражителей. По отношению к кислотному раздражителю может наступать при этом лишь удлинение времени реакции.

5. При отравлении седалищного нерва 0,3—1% раствором кокаина или никотина возникают фазные изменения возбудимости и проводимости афферентного проводника: сначала появляется потеря проводимости либо к возбуждению, возникающему в рецепторах кожи от механического раздражителя, либо к возбуждению от химического раздражителя. При продолжающемся отравлении наступает полная непроходимость чувствительного нерва при сохраненной проводимости двигательного нерва, и только потом наступает потеря проводимости и в афферентном проводнике.

6. В чувствительном нервном волокне развивается разная форма возбуждения в зависимости от форм раздражения кожных рецепторов. В чувствительном нерве лягушки по одному и тому же волокну могут проходить возбуждения, различные по форме.

7. При отравлении кожи кокаином (10% раствором) сначала теряется возбудимость к механическим раздражителям, а затем наступает полное торможение ко всякого рода раздражителям.

8. При отравлении кожи никотином (1% раствором) сначала развивается потеря возбудимости к химическим раздражителям, а затем наступает полное торможение и к другим раздражителям.

9. Форма возбуждения, сложившаяся в рецепторе кожи под влиянием определенной формы раздражителя, проводится по чувствительному проводнику без изменения и нивидимому лишь в системе вставочных и эфферентных нейронов приобретает ту новую форму возбуждения, которая доносится до эффекторных органов.

10. Качество возбуждения, возникшее в рецепторе и в чувствительном нейроне, зависит от качества раздражения, но не тождественно с последним.

ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов А. И. Клинич. мед. 1928, Т. VI, № 7. Смирнов А. И. и Широкий В. Ф. Русск. физиол. журн. 1929, Т. XII, № 4. Широкий В. Ф. Журн. эксп. биол. и мед. 1930, № 34. Широкий В. Ф. Клинич. мед. 1932, № 9—10. Широкий В. Ф. Труды Куб. мед. ин-та 1933, Т. I. Орбели Л. А. Сборн., посвящен. 75-лет. акад. И. П. Павлова 1924, стр. 403. Тонких А. Русск. Физиол. журн. 1925, Т. VIII, В. 5—6, 31. Тонких А. Там же, 1927, Т. X, В. 1—2, 85. Введенский Н. Е. Возбужд., тормож. и наркоз СПб. 1901. Он же. О соотношении между возбужд. и раздраж. при тетанусе. СПб. 1886. Ухтомский А. Парабиоз и доминанта, Ленинград. 1927. Эдриан Е. Д. Основы ощущений. ГМИЗ. 1931. Weizsaecker. Handb. d. Norm. u. Pathol. Physiol. 1927. Bd. 10. Гоциридзе Журн. эксп. мед. 1929, Т. II, I, стр. 7—14. Волохов А. А. Физиол. журн. СССР. 1933, Т. XVI, В. 2, Стр. 344. Федотов Ю. П. Там же. Стр. 330. Шлитер А. А. Новое в рефлексологии. 1925, Стр. 95. Гинецинский и Лейбсон Л. Практический курс физиологии. 1933. Ленмедгиз. Фреу. Цит. по Геберу. Учебн. физиол. человека ГИЗ. 1933. Штрюмпель. Цит. по Геберу. I. с. Россолимо. Курс нервных болезней. 1930. Сперанский. Доклад на торжественном заседании, посвященном 15-летию советской медицины. Москва 1934. Houghland J. of. Physiol 1933, v. 16, № 6.

BEITRÄGE ZUM PROBLEM DER QUALITÄT DER ERREGUNG

Ueber die gegenseitige Beziehung zwischen der Qualität der Reizung und der Erregung in den Reflexen des Rückenmarks

Von W. F. Schyroky

Aus der Physiologischen Abteilung des Kuban'schen medizinischen Instituts (Krasnodar)

1. Von grosser Bedeutung für die Erzeugung einer reflektorischen Bewegung beim Frosche unter der Wirkung verschiedener Reizungsformen, ist die Applikationsstelle des reizenden Agens. Der Induktionsstrom und der halvanische Strom (die Ein- und Ausschaltung) und der mechanische Reiz rufen einen Reflex sowohl von seiten der Haut, als auch bei der Reizung der Nervenfasern hervor. Der allmählich zunehmende halvanische Strom und das Säure-Reizmittel rufen einen Reflex von der Haut hervor; von den übrigen Gewebebezirken des Froschorganismus wird kein Reflex hervorgerufen.

2. Die Ssetschenow'sche Hemmung ist ein Resultat der Wirkung der höheren Teile des zentralen vegetativen Nervensystems, wobei in demselben eine bestimmte Form des Hemmungsprozesses hervorgerufen wird, welcher unter der Wirkung der Reizung der Hautrezeptoren mit Säure entsteht.

3. In der Ssetschenow'schen Hemmung, in der ersten Entwicklungsphase derselben, unterliegt das motorische Neuron keinen wesentlichen Veränderungen, die sich entwickelnde eigenartige Hemmungsform muss in den afferenten Neuronen lokalisiert sein.

4. Bei der Dezerebrierung des Frosches im Gebiet des unteren Drittels der Medulla oblongata tritt ein Schock der Rückenmarkreflexe ein, welcher sich durch die Entwicklung des Hemmungsprozesses, vor allem der Erregungsformen auszeichnet, die auf der Peripherie unter der Wirkung von mechanischen Reizungen entstehen. In bezug auf das Säure-Reizmittel kann dabei nur eine Verlängerung der Reaktionszeit eintreten.

5. Bei der Vergiftung des N. ischiadicus mit 0,3—1% Kokain- oder Nikotinlösung entstehen Phasenveränderungen der Erregbarkeit und der Leitungsfähigkeit der afferenten Leitungsbahn; zuerst wird die Leitungsfähigkeit entweder in bezug auf die Erregung, welche in den Hautrezeptoren von dem mechanischen Reiz entsteht, oder an bezug auf die Erregung vom chemischen Reiz, eingebüsst. Bei fortdauernder Vergiftung tritt eine vollständige Unfähigkeit zur Durchleitung von seiten des sensiblen Nerven, bei behaltener Leitungsfähigkeit des motorischen Nerven, ein, und erst später wird die Leitungsfähigkeit auch in der efferenten Leitungsbahn eingebüsst.

6. In der sensiblen Nervenfasern entwickelt sich eine verschiedene Erregungsform in Abhängigkeit von der Reizungsform der Hautrezeptoren. Im sensiblen Froschnerven können Erregungen von verschiedener Form in einer und derselben Form durchgehen.

7. Bei der Vergiftung der Haut mit Kokain (10% Lösung) geht zuerst die Erregbarkeit in bezug auf mechanische Reize verloren, ferner tritt eine vollständige Hemmung in bezug auf verschiedene Reizmittel ein.

8. Bei der Vergiftung der Haut mit Nikotin (1% Lösung) entwickelt sich zuerst der Verlust der Erregbarkeit in bezug auf chemische Reizmittel, ferner tritt eine vollständige Hemmung in bezug auf andere Reize ein.

9. Die sich im Hautrezeptoren unter der Wirkung einer bestimmten Reizungsform bildende Erregungsform geht durch die sensible Leitungsbahn ohne Veränderung durch, und erhält, wie es scheint, nur im System der Schalt- und efferenten Neurone die neue Erregungsform, welche bis zu den efferenten Organen gebracht wird.

10. Die Qualität der Erregung, welche im Rezeptoren und im sensiblen Neuron entstanden ist, hängt von der Qualität der Reizung ab, sie ist aber mit der letzteren nicht identisch.

КОЛЕБАНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ СОБАК В СВЯЗИ С ВВЕДЕНИЕМ И ВЫВЕДЕНИЕМ БРОМИСТОГО НАТРИЯ

Л. М. Георгиевская и М. А. Усиевич

Из физиологического отдела и отдела биохимии человека ВИЭМ, Ленинград

Поводом к настоящему сообщению послужило следующее обстоятельство. В распоряжении одного из нас находится собака, с которой уже в течение двух с половиной лет производятся работы по методу условных рефлексов.

Это животное — молодой сеттер, чрезвычайно возбудимый, не выносит изолированной обстановки, в особенности в звуконепроницаемой камере.

Согласно многократно проведенным наблюдениям, это отрицательное отношение животного к обстановке объяснено было резко выраженным у собаки „социальным“ рефлексом и именно в отношении к человеку. Дело в том, что даже в присутствии других собак, но в отсутствии человека, эта собака обычно возбуждена, лает, прыгает и очень быстро успокаивается в присутствии людей, безразлично кого, лишь бы был „человек“.

Будучи помещена в изолированную камеру, собака сразу начинает „воевать“ с окружающей обстановкой, причем ни на минуту не прекращаются одышка, лай, прыжки по направлению к выходной двери и зачастую отказ от еды.

Работать с таким животным было необычайно трудно, поэтому мы решили применить испытанное в лабораториях, заведываемых академиком И. П. Павловым, средство — бромистый натрий, как вещество, имеющее специальное отношение к тормозному процессу, усиливающее, концентрирующее последний.

Применить бромистый натрий мы решили из тех соображений, что эта собака, резко возбудимая, не в состоянии сама справиться при помощи торможения с тем возбуждением, которое возникает у нее как следствие резко выраженного „социального“ рефлекса.

Наши ожидания вполне подтвердились: применение брома помогло животному справиться с обычным для него ранее возбужденным состоянием, причем результат от применения брома сказался уже с первого дня, так как, начиная со второй половины опыта в первый же день применения брома, собака, ранее в течение многих дней отказывавшаяся от еды, стала есть.

На второй день отказа от еды вовсе не было, упавшие были рефлексы стали быстро восстанавливаться, в особенности когда вместо ранее вводимых ежедневно 3 г NaBr доза была увеличена до 4 г.

Однако возбуждение не было окончательно устранено, так как по мере того, как опыт длился, ранее спокойно сидевшая собака вскакивала на ноги и в паузах между раздражителями лаяла.

Приводим относящиеся к этому периоду работы протоколы (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Год, месяц, число, номер опыта	Часы и минуты	Условный раздражитель	Время изолированного действия	Величина условного рефлекса	Латентный период	Примечания
За 55 минут до начала опыта дано 3 г NaBr						
7/X 1933 г. Опыт № 311	12 ^h 05'	Звонок	5"	0	—	Лай, одышка, еды не берет
	12 ^h 08'	Гудок	5"	0	—	То же поведение, в паузе — лай
	12 ^h 11'	Звонок	5"	0	—	То же самое, в паузе лай
	12 ^h 15'	Звонок	5"	0	—	Пищевая реакция, еду взяла сразу, съедает две порции
	12 ^h 19'	Гудок	5"	0	—	Лай тише; на раздражитель затихает, еду берет сразу
	12 ^h 22'	Звонок	5"	0	—	В паузе лая нет, небольшая одышка на звонок, пищевая реакция, еду взяла сразу
За 55 минут до начала опыта дано 4 г NaBr, NaBr вводится тридцать второй раз						
11/X Опыт № 339	10 ^h 32'	Свет	20"	35	1"	Собака сидит спокойно; на свет пищевая реакция, ест сидя
	10 ^h 36'	Гудок	20"	45	3"	Та же реакция
	10 ^h 40'	Звонок	20"	65	1"	В паузе лай; на звонок резко пищевая реакция
	10 ^h 44'	Свет	20"	35	1"	То же самое
	10 ^h 48'	Гудок	20"	75	1"	Лай, затихающий за 30" до раздражителя
	10 ^h 52'	Звонок	20"	90	1"	Лай всю паузу; на звон резкая пищевая реакция
	10 ^h 56'	Свет	20"	50	1"	Лай к концу паузы затих; на свет пищевая реакция, ест жадно

Поведение собаки не изменилось в общем к худшему даже и тогда, когда мы стали применять другую серию раздражителей, бывших для собаки ранее совершенно не выносимыми. Это была для собаки очень трудная задача — различать три не подкрепляемые раздражения одного и того же раздражителя (120 ударов метронома в 1 минуту) от четвертого — подкрепляемого; задача с трудом, но полностью решенная всего лишь одной из экспериментальных собак, именно „Ли с ом“ С. Н. Выржиковского (1).

Тем не менее на фоне применения брома и у нашего животного мы сумели добиться достаточно удовлетворительного решения, о чем свидетельствует нижеприводимый протокол (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Год, месяц и число	Время дня	Условный раз- дражитель	Время изоли- рованного действия	Латентный период	Величина условного рефлекса	П р и м е ч а н и е
20/X 1933 г. Опыт № 345	За 1 ^h дано 4 г NaBr; бром дается сорок первый раз					
	11 ^h 03'	Свет	20"	1"	85	Сидит спокойно, пищевая реакция, ест сидя
	11 ^h 07'	Не подкр. отриц. мет- роном (M ₁₂₀)	20"	11"	15	В конце паузы визжит, лает; на метроном — лай
	11 ^h 10'	То же "	20"	6"	5	В паузе лай, затихающий за 1' до применения раз- дражителя; на метроном — лай
	11 ^h 13'	То же	20"	1"	65	Лай, одышка; на метроном слабая пищевая реакция; после ворчит
	11 ^h 16'	Положит. метрон. (M ₁₂₀) „под- крепляемый“	20"	1"	70	В паузе лай; на метроном с места пищевая реакция, ест жадно
	11 ^h 20'	Свет	20"	8"	5	Громкий лай в течение всей паузы; на свет затихает, пищевая реакция, ест жадно
	11 ^h 24'	Не подкр. отрицат. метрон. (M ₁₂₀)	20"	1"	30	В паузе лай, а на метроном то лай, то пищевая реакция
	11 ^h 27'	То же	20"	1"	55	В паузе лай, на метроном живая пищевая реакция
	11 ^h 30'	То же	20"	1"	60	Лай тише, к концу паузы совсем затихает; на метро- ном сперва лает, а затем пищевая реакция
	11 ^h 33,	Подкр. положит. метрон. (M ₁₂₀)	20"	1"	75	Лай еще тише; на метроном с места резкая пищевая реакция; ест жадно, почти не отрываясь от еды

Однако стоило нам отменить введение брома, как условно-рефлекторная деятельность животного резко извратилась как в сторону падения, так и в смысле правильного отношения к применяемым раздражителям.

С третьего дня начался систематический отказ от еды, а к седьмому дню стало совершенно невозможно с собакой работать, так велики были возбуждение, беспокойство и борьба с окружающей обстановкой; собака металась, грызла резиновую проводку от приборов, лаяла, скулила, пыталась прыгнуть со станка и систематически отказывалась от предлагаемой еды, а в начале опыта было обычно трудно ввести животное в камеру.

Тогда мы решили вновь систематически вводить бром, одновременно поставив перед собой задачу повышать дозировку до тех пор,

пока не получим полного уравнивания раздражительного и тормозного процессов, то есть полного „успокоения“ собаки.

Прежде всего повторилась уже ранее наблюдавшаяся и выше описанная картина: со второго дня применения бромистого натрия в дозе 4,0 г установилась правильная реакция животного на раздражители и исчез отказ от еды.

С постоянным увеличением дозы возрастала величина условных рефлексов и все в большей и большей степени проявлялось ожидаемое нами а priori успокоение.

Особенно наглядно эти явления проявились при дозе в 7 г при ежедневном применении последней в течение длительного (две недели) времени.

Приводим относящийся сюда протокол (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Год, месяц, число и номер опыта	Время дня	Условный раздражитель	Время изолированного действия	Латентный период	Величина условного рефлекса	Примечания
18/II 1934 г. Опыт № 401	NaBr дается в шестьдесят шестой раз, всего собака получила 340 г; доза в 7 г дается четырнадцатый день					
	11 ^h 47'	Свет	20"	1"	90	Сидит спокойно, ест сидя, жадно
	11 ^h 51'	Не подкрепляем. отрицат. метрон. (M ₁₂₀)	20"	16"	5	Сидит тихо, при действии метронома небольшая одышка
	11 ^h 54'	То же	20"	4"	8	Встает, глухо тявкает, садится, при действии метронома облизывает пустую кормушку
	11 ^h 57'	То же	20"	4"	27	В паузе недолго глухо тявкает, встает, беспокойно переставляет лапы, садится
	12 ^h 00'	Подкрепл. положит. метроном (M ₁₂₀)	20"	1"	55	Встает, стоит тихо, одышка сильнее; на метроном резкая пищевая реакция, ест жадно
	12 ^h 04'	Свет	20"	3"	35	Стоит спокойно, на свет живая пищевая реакция, ест жадно, стоя
	12 ^h 08'	Не подкр. отрицат. метроном (M ₁₂₀)	20"	2"	20	После еды лай, быстро затихающий; на метроном скулит, отворачивается
	12 ^h 11'	То же	20"	3"	33	В паузе лай, на метроном переставляет лапы, под конец — слабая пищевая реакция
	12 ^h 14'	То же	20"	4"	47	Очень недолго лай, стоит тихо, на метроном живая пищевая реакция
	12 ^h 17'	Подкрепл. положит. метроном (M ₁₂₀)	20"	1"	62	В паузе слабо ворчит, на метроном с места резкая пищевая реакция, ест жадно

Констатируя огромную выносливость животного к брому, мы решили, сколь возможно, увеличивать дозу, с тем чтобы посмотреть, где лежит предел этой выносливости.

Оказалось, что мы находились еще далеко не у предела, так как нам понадобилось еще в течение двух недель (до 23 февраля включительно) вводить бром последовательно в дозах 7,5 г и даже 8 г ежедневно, доведя общее количество введенного вещества до 492 г прежде чем развились явные признаки отравления животного в виде атаксии конечностей, очень вялых жевательных движений мышц и даже отказа от еды.

Факт такой выносливости — сам по себе удивителен, однако еще более удивителен тот факт, что во второй день по отмене брома стали исчезать явления отравления, столь бросавшиеся в глаза в момент отравления, и необычайно быстро стали восстанавливаться рефлексы.

Наконец третий факт, в этот период нами установленный, это быстрый возврат возбужденного состояния, сопровождавшегося отказом от еды и „борьбой“ с обстановкой экспериментальной комнаты.

Приводим относящиеся к изложенному выше протоколы (табл. 4).

Начавши с 4 марта снова вводить бром в дозе 7 г мы убедились, что со второго дня введения брома собака все быстрее и охотнее стала вбегать в камеру, проявляла жадность к еде, и с того же времени начало обнаруживаться правильное отношение животного к предлагаемым задачам.

В связи с этим мы поставили перед собой следующий вопрос: как понимать столь быстрое освобождение животного от последствий не только простой отмены брома после некоторого периода введения последнего, но даже от последствий отравления этим препаратом, лишь только введение его отменяется?

Имеем ли мы действительно полное освобождение организма от брома в столь короткий срок (не более 7-8 дней), или же перед нами какие-то другие условия, которые, если судить по внешнему поведению животного и даже по условно-рефлекторной его деятельности, не могут быть сколько-либо конкретно определены?

Судя по литературным данным, подробно приведенным в работе одного из нас (М. А. Усиевич, 2), бром весьма медленно (до 4 месяцев) выходит из организма. Но тогда как понимать столь быстрый возврат к норме, столь быстрое нарастание возбуждения со всеми вытекающими последствиями, лишь только отменяется введение брома?

С целью проверить и выяснить поставленные вопросы, мы снова стали вводить бром в больших дозах, и на этот раз довольно быстро, после введения в течение 40 дней (с 4 марта по 13 апреля) в общей сложности 268 г бромистого натра, добились наступления явлений отравления.

Начиная с 14 апреля бром был отменен, и с этого же дня началось систематическое исследование крови животного на содержание в ней брома параллельно с обычным наблюдением поведения животного в изолированной камере по методу условных рефлексов.

Количественный анализ сыворотки крови на содержание в ней брома производился по методу Fr. K. Walter (3).

Взятую из вены кровь в количестве от 6 до 10 см³ по свертывании центрифугируют и освобождают сыворотку крови от белков осаждением ее раствором, содержащим на 100 см³ дистиллированной воды — 10 г трихлоруксусной и 5 г фосфорно-вольфрамовой кислоты.

Осадителя берется по 2,3 см³ на каждый 1 см³ сыворотки, так что конечное разведение равняется 1:3,3. Затем фильтруется через складчатый фильтр и к филь-

ТАБЛИЦА 4

Год, месяц, число и номер опыта	Время дня	Условный раздражитель	Латентный период	Время изоли- рованного действия	Величина условного рефлекса	П р и м е ч а н и я
Дается бром 8-й день в дозе 8 г. Вбегает, неловко волооча ноги						
23/II 1934 г. Опыт № 413	9 ^h 53'	Свет	2"	20"	17	Сидит в вялой позе, широко расставив лапы, на свет слабая пищевая реакция, ест не изменяя позы
	9 ^h 57'	Отрицат. метрон. (M ₁₂₀)	6"	20"	3	Сидит тихо, на метроном отворачивается
	10 ^h 00'	То же	—	20"	0	Встает на 10", садится снова; на метроном встает, потом садится, сидит тихо
	10 ^h 03'	То же	18"	20"	1	Встает, крутится, скулит, продолжая скулить и при действии метронома
	10 ^h 06'	Полож. метрон. (M ₁₂₀)	4"	20"	3	Скулит, тьякает, перебирает лапами; на метроном скулит, рвется из станка, еды не берет, снята со станка
Второй день без брома, вбежала в камеру и вскочила на станок с большим трудом, ест охотно, но очень медленно.						
25/II 1934 г. Опыт № 414	10 ^h 24'	Свет	21"	20"	27	На свет живая пищевая реакция, сидит спокойно, ест охотно
	10 ^h 28'	Отриц. метрон. (M ₁₂₀)	4"	20"	4	Сидит спокойно; на метроном встает, садится, и опять встает, отворачивается, смотрит под стол, откуда идет звук
	10 ^h 31'	То же	4"	20"	6	Садится, встает, несколько раз тьякает, ворчит; на метроном облизывает пустую кормушку, вертится, отворачивается
	10 ^h 34'	То же	—	20"	0	Скулит, вертится, тьякает, переставляет лапы, лает громче; на метроном — скулит
	10 ^h 37'	Положит. метроном (M ₁₂₀)	3"	20"	35	Лай, ворчание, одышка довольно сильная; на метроном резко пищевая реакция, ест жадно
	10 ^h 41'	Свет	2"	20"	38	Во время еды чуть не сваливается; после еды — громко лает; на свет резко пищевая реакция; ест стоя жадно, быстро
	10 ^h 45'	Отриц. метрон. (M ₁₂₀)	1"	20"	18	Сильная одышка и лай; на метроном одышка, отворачивается
	10 ^h 48'	То же	6"	20"	20	Лай менее громкий; на метроном пытается сесть, одышка

ТАБЛИЦА 4
(продолжение)

Год месяц, число и № опыта	Время дня	Условный раздражитель	Латентный период	Время изоли- рованного действия	Величина условного рефлекса	Примечания
25/II 1934 г. Опыт № 414 (прод.)	10 ^h 51'	То же	1"	20"	65	Стоит тихо, небольшая одышка, лая нет; на метроном живая пищевая реакция. Несколько раз тявкает, быстро затихает; на метроном резкая пищевая реакция; ест жадно и очень быстро
	10 ^h 54'	Положит. метрон. (M ₁₂₀)	1"	20"	80	
Восьмой день без брома. В камеру вбегает неохотно, заранее подготовленную еду почти не берет. Снята со станка в виду подозрения на какое-то заболевание. Вне камеры бодр, весел, прыгает как всегда. Силой втащена вновь на станок, стоит спокойно. Оставшись одна, поднимает неистовый лай						
3/III 1934 г. Опыт № 418	10 ^h 49'	Свет	2"	20"	25	Лай, одышка; на свет сначала затихает, а затем снова лай; еды не берет
	10 ^h 53'	Отриц. метрон. (M ₁₂₀)	2"	20"	22	Лай и одышка всю паузу; на метроном затихает, садится, вскакивает, одышка
	10 ^h 56'	То же	9"	20"	35	Всю паузу лай, одышка; на метроном стоит тихо, настороженно
	10 ^h 59'	То же	2"	20"	30	Резкая одышка, лай; на метроном садится, сидит очень спокойно, живая пищевая реакция
	11 ^h 02'	Полож. метрон. (M ₁₂₀)	2"	20"	70	В паузе вскакивает, одышка, лай; на метроном пищевая реакция, ест жадно

трату прибавляется раствор хлорного золота (0,25 г AuCl₃ на 100 см³ дистиллированной воды) из расчета 0,2 см³ на 1 см³ фильтрата.

Образующееся бромное золото окрашивает полученный фильтрат в коричнево-желтый цвет, интенсивность коего сравнивается в микро-калориметре Dubosque или Bürker со штандартами, содержащими 50, 25 и 12,5 мг бромистого натра в 100 см³ раствора.

На каждый 1 см³ штандартного раствора (лучше всего брать 3 см³) прибавляется 0,1 см³ белкового осадителя и 0,22 см³ раствора хлорного золота.

При расчетах не следует забывать, что исследуемая сыворотка разведена в три раза и что поэтому результат колориметрического расчета надо умножать на три.

Примерный расчет: штандарт, содержащий 50 мг % NaBr, установлен на 15 мм колориметра, а исследуемый раствор дал 19 мм колориметра, отсюда: $\frac{50 \cdot 15 \cdot 3}{19} =$

$= 118,42$ мг % NaBr. (Лишние 0,3 см³ осадителя при осаждении сыворотки и при общем объеме в 3,3 см³ отвечают 0,3 см³ осадителя на 3 см³ штандартного раствора).

В тех опытах, где мы предполагали, что содержание брома будет невелико, нами применялось разведение сыворотки меньшим количеством осадителя. Так, например, в опытах, поставленных в конце мая, применялось разведение в два и даже в полтора раза.

Растворы получались прозрачные и легко колориметрирующиеся.

Все наблюдения, связанные с процессом выведения брома из организма, мы сгруппировали в помещаемой ниже диаграмме (рис. 1), где за каждый опытный день отмечались следующие данные: а) уровень содержания брома в крови в миллиграмм-процентах, б) абсолютная величина (суммарная) всех условных рефлексов (положительных) за опытный день и в) степень растормаживания дифференцировки, выраженную в процентных отношениях.

Анализ представленных данных с очевидностью обнаруживает нижеследующее: с момента отмены брома, по мере того как содержание последнего в крови стало убывать, точнее со второго дня после отмены брома, упавшие было до очень низкого уровня (около 15% средней высоты) условные рефлексы очень быстро поднялись и даже превысили обычную среднюю высоту, в то время как дифференцировочный раздражитель постепенно, все в большей и большей степени стал проявлять тенденцию к растормаживанию.

Совершенно точно, до определенного уровня брома в крови (120 $\text{мг}\%$), и высота условных раздражителей и соотношение между

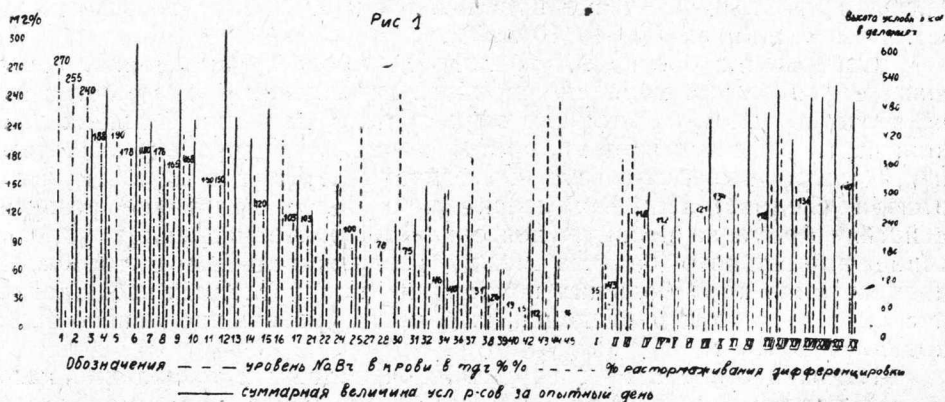


Рис. 1.

последними и степенью растормаживания сохраняли приблизительно одно и то же значение, а дальнейшее уменьшение количества брома в крови повлекло за собой резкое снижение уровня условных рефлексов и менее выгодные соотношения между раздражительным и тормозным процессами: теперь соотношение между величиной условных рефлексов и степенью растормаживания дифференцировки все больше и больше указывало на почти полное исчезновение торможения.

Эти факты с несомненностью указывали, что более или менее сносный баланс между раздражительным и тормозным процессами в нервной системе нашего животного возможен лишь при некотором содержании брома в крови.

С целью проверить указанное соображение мы после полутора-месячного наблюдения за процессом выведения брома из организма, когда содержание этого вещества в крови упало ниже 10 $\text{мг}\%$, стали вновь вводить бром обычным методом в форме ежедневной дачи 6 г NaBr перед началом опытного дня.

Исследуя взятую через $1\frac{1}{3}$ -2 часа после дачи брома кровь, мы смогли убедиться, что количество брома в крови в первый же день поднялось до 35 $\text{мг}\%$, во второй — до 43,1 $\text{мг}\%$, в четвертый — до 118 $\text{мг}\%$ и т. д.

Все эти данные приводятся в той же диаграмме (рис. 1). Интересно было сразу же отметить тот факт, что, невзирая на введение столь большой дозы, условно-рефлекторная деятельность была сбалансирована не столь быстро, как это было отмечено в ранних наших наблюдениях, когда возврат к норме наблюдался уже на второй или третий день.

Для нас теперь совершенно ясна причина указанного явления: столь быстрое восстановление нормального баланса высшей нервной деятельности в ранних наших опытах зависело лишь от того, что отмена брома нами производилась на очень короткий срок (7—8 дней). Следовательно мы имели за этот короткий период времени сравнительно небольшое понижение уровня брома в крови и очень быстрое его повышение до какого-то требуемого уровня, как только бром вновь начинал вводиться, несмотря на то, что в первых наблюдениях вводились небольшие дозы (3-4 г).

Последние же опыты с введением брома стали нами производиться лишь по истечении сорокасемидневного срока, когда уровень брома в крови практически приблизился к едва определимым нашим методом величинам (менее $10 \text{ мг}\%$).

Совершенно очевидно, что подобно процессу выведения, совершающемуся весьма медленно, процесс накопления брома в организме не является каким-то внезапно вырастающим до очень больших величин: часть вводимого брома, притом повидимому довольно значительная, быстро выводится, или же захватывается где-то в тканях, а отсюда следовательно — и значительно более медленное развитие действия брома на нервную деятельность, более медленное установление нормального баланса между раздражительным и тормозным процессами в коре больших полушарий (при последних наблюдениях после четвертого дня введения, т. е. когда уровень введенного брома поднялся почти до $120 \text{ мг}\%$).

Наконец становится совершенно очевидным и то явление, какое мы наблюдали в первые дни отмены брома, когда после некоторого периода „нормальной работы“ мы вновь стали перед фактом нарушения правильных соотношений в нервной системе животного.

Ведущую роль в отношении поведения, в отношении правильного баланса между основными процессами нервной деятельности, играет определенное содержание брома в организме (в крови), усиливающее тормозной процесс и определяющее возможность нормального баланса. Это количество брома для нашего животного, если судить на основании наших наблюдений, повидимому колеблется в пределах от 120 до $160 \text{ мг}\%$.

В качестве доказательства в пользу вышеприведенных рассуждений, помимо представленной диаграммы, приводим несколько протоколов, относящихся к тому периоду работы, когда бром вновь стал вводиться в организм животного (ежедневно от 40 минут до $1\frac{1}{2}$ часов до опыта в количестве 6 г). (табл. 5 и 6)

Как явствует из приведенных протоколов, и на этот раз, как мы выше указывали, введение бромистого натра, правда в большой дозе, уже с первого раза изменило в лучшую сторону поведение собаки: не стало стопроцентного отказа от еды, уменьшилось отрицательное отношение к окружающей обстановке.

Стоило в дальнейшем к четвертому опытному дню накопиться в крови $118,42 \text{ мг}\%$ брома (опыт 3/VI—№ 485), как собака представила уже картину почти правильного баланса между раздражительным и тормозным процессами в коре полушарий.

ТАБЛИЦА 5

Год, месяц, число и № опыта	Время дня	Условный раздражитель	Латентный период	Время изолированного действия	Величина условного рефлекса	Примечания
27/V 1934 г. Опыт № 481	Сорок четвертый день без брома. Вбегает в камеру неохотно; приготовленной еды не берет					В исследованной крови обнаружено 10 мг ⁰ /о NaBr
	12h19'	Гудок	3"	20"	11	При уходе экспериментатора из камеры сразу начинает лаять; на гудок — одышка, тавкает, не ест, резко скулит
	— 23	Звонок	4"	20"	19	В паузе лай, одышка, а за 1/2' до конца съедает что было в кормушке; на звонок одышка, скулит, лает, не ест
	— 27'	Треск (дифференц.)	6"	20"	3	В паузе резкий лай, одышка, 1 1/2' до конца — затихает, затем пьет; за 3/4' опять одышка, лай; на треск отчаянный лай и одышка
	— 30'	Свет	7"	20"	10	Очень сильная одышка в паузе; лай затихает, но за 3/4' начинается с новой силой; на свет ест не сразу, а после того как подано подряд три кормушки
	— 34'	Гудок	6"	20"	32	Лай и одышка всю паузу; на гудок затихает, но не ест; судорожно пьет
	— 38'	Звонок	4"	20"	12	В паузе лай, стихающий за 1 1/2'; на звонок стоит тихо, никакой пищевой реакции
	— 42'	Треск (дифференций.)	2"	20"	80	В паузе резкий лай, менее резкая одышка; на треск пьет и облизывает пустую кормушку
	— 45'	Свет	2"	20"	38	Всю паузу лай и одышка; на свет стоит тихо, не ест
	— 49'	Гудок	2"	20"	40	В паузе одышка и лай, за 15' до конца стихающие; на гудок слабая пищевая реакция; не ест
31/V 1934 г. Опыт № 482	Первый день, как вновь дается бром в дозе 6 г. В данном опыте бром введен за 43 минуты до начала опыта. В камеру собака вбегает быстро, жадно пьет, а потом съедает приготовленную еду					
	11h53'	Гудок	2"	20"	6	Стоит тихо, но резкая одышка, ест не сразу, а по прекращении раздражителя
	— 57'	Звонок	6"	20"	50	В паузе резкая одышка, пьет, лает, вертится; на звонок лай затихает, одышка остается, не ест
	12h 01'	Треск (дифер.)	—	20"	0	Всю паузу одышка и лай, а на треск лай и одышка еще сильнее
	— 04'	Свет	4"	20"	10	Пытается прыгнуть со станка, но постепенно затихает; на свет живая пищевая реакция, ест сразу, жадно
	— 08'	Гудок	2"	20"	10	В паузе лай, затихающий за 1' до конца, одышка немного меньше; на гудок пищевая реакция, ест довольно жадно
	— 12,	Звонок	4"	20"	40	Лай в середине паузы в течение 1'; нет бывшего возбуждения; на звонок ест не сразу и не все

ТАБЛИЦА 5

Продолжение

Год, месяц, число и № опыта	Время дня	Условный раздражитель	Латентный период	Время изолированного действия	Величина условного рефлекса	Примечания
3/VI 1934 г. Опыт № 485	— 16'	Треск (дифер.)	2"	20"	17	Снова сильный лай, прыжки, одышка; на треск вся реакция усиливается, после затихает
	— 19'	Гудок	1"	20"	58	В паузе спокойнее, но по временам еще лает, одышки почти нет; на свет резкая пищевая реакция, ест сразу и жадно
	— 23'	Гудок	2"	20"	23	Лай и одышка сильнее; на гудок затихает, но не ест
	В крови обнаружено 32 мг % NaBr					
	Четвертый день дается бром в дозе 6 г. В данном опыте бром дан за 65' до начала наблюдения. Собака в камеру вбегает бурно, ест жадно					
	10h01'	Гудок	4"	20"	8	Сидит очень спокойно; на гудок слабая пищевая реакция, ест жадно, сидя
	— 05'	Звонок	3"	20"	30	В середине паузы встает, ворчит, глухо лает; на звонок пищевая реакция, ест жадно
	— 09'	Треск (дифер.)	3"	20"	20	В середине паузы лай; на треск крутится, скулит, отворачивается
	— 12'	Свет	4"	20"	18	Затихает, пьет, за 20' до конца паузы встает; на свет живая пищевая реакция, ест жадно
	— 16'	Гудок	2"	20"	35	Сильная одышка, лая нет; на гудок пищевая реакция, ест жадно
23/VI 1934 г. Опыт № 498	— 20'	Звонок	1"	20"	113	С начала паузы редкий лай, скоро затихающий; одышка меньше; на звонок резкая пищевая реакция, ест жадно, после сразу попытка спрыгнуть со станка
	— 24'	Треск (дифер.)	4"	20"	10	Лая нет; стоит бодро, напряженно; на треск стоит отвернувшись
	— 27'	Свет	1"	20"	65	Стоит очень тихо в позе „ожидания“ подачи еды; на свет очень резкая пищевая реакция, ест жадно
	— 31'	Гудок	1"	20"	75	Всю паузу спокойна; на гудок очень резкая пищевая реакция, ест жадно
	В исследованной крови обнаружено 118,42 мг% NaBr					
	Двадцать первый раз дается бром в дозе 6 г. В данном опыте бром дан за 1h 35' до начала наблюдения. Собака в камеру вбегает бурно, ест жадно					
	11h35'	Гудок	2"	20"	75	Сидит очень тихо; на гудок резкая пищевая реакция, ест жадно
	— 39'	Звонок	2"	20"	65	Пьет, сидит очень спокойно, на звонок слабая одышка и резкая пищевая реакция, ест жадно, сидя
	— 43'	Треск (дифер.)	2"	20"	20	Сидит спокойно; за 1/2' до конца паузы небольшая одышка; на треск сидит отвернувшись с небольшой одышкой
	— 46'	Свет	1"	20"	65	Встает, одышка сильнее. На свет резкая пищевая реакция — вскочила, ест с большой жадностью
	— 50'	Гудок	2"	20"	35	В паузе села, облизывается; на гудок обычная живая пищевая реакция, ест жадно стоя

ТАБЛ. 6

Продолжение

Год, месяц, число и № опыта	Время дня	Условный раздражитель	Латентный период	Время изолированного действия	Величина условного рефлекса	Примечания
	— 54'	Звонок	1"	20"	95	В паузе села, сидит спокойно; за 1' встает; на звонок небольшая одышка и очень резкая пищевая реакция; ест стоя
	— 58'	Треск (дифер.)	1"	20"	40	Поев, сразу села, но за 1½' до конца паузы встает; на треск небольшая одышка и живая пищевая реакция
	12h01'	Свет	1"	20"	75	Сразу по окончании раздражителя села, но за 1' до конца паузы встает; на свет резкая пищевая реакция; ест, жадно стоя
	— 05'	Гудок	1"	20"	90	Поев, сразу села; на гудок резкая пищевая реакция, ест жадно

В исследованной крови обнаружено 140,62 мг‰ NaBr

И такое „уравновешенное“ состояние в поведении животного проявлялось все резче в связи с прогрессирующим накоплением бромистого натрия в организме. Последний опыт, поставленный нами 23 апреля и приведенный выше (опыт № 498), дает тому отличное подтверждение.

Необходимо отметить, что последний опыт не является единственным: уже начиная с 16 апреля и вплоть до 23 апреля у собаки отмечалось необычно спокойное поведение, что говорит о повидимому почти полном уравновешении раздражительного и тормозного процессов.

Мы подчеркиваем слово „почти“, так как дифференцировочный раздражитель все же не представлял до самого конца абсолютного торможения. При этом мы подчеркиваем снова, что такая картина „спокойного“ поведения собаки могла быть обнаруженной лишь при условии наличия в крови от 118 до 140 мг‰ NaBr.

На основании вышеизложенного считаем возможным сделать следующие выводы:

1. Вводимый в организм бромистый натрий имеет способность накапливаться, что при длительном применении некоторых доз этого препарата рано или поздно приводит к явлениям отравления.

2. Накопление в организме бромистого натрия, при ежедневном введении 6 г в первые дни введения, по содержанию этого вещества в крови, судя по нашим данным, нарастает весьма быстро (первый день — 35 мг‰; второй день — 43 мг‰; четвертый день — 118,42 мг‰), а чем дальше, тем накопление идет медленнее, так что лишь к двадцать первому дню уровень брома в крови достигает цифры в 140,62 мг‰.

3. Точно так же и выведение бромистого натрия из организма (с момента прекращения дачи этого препарата) происходит быстро лишь в первые дни и резко замедляется в последующие, растягиваясь (при значительном предварительном накоплении в организме) на срок, превышающий 45 дней.

4. Соответственно накоплению, гесп. убыванию бромистого натрия в организме мы имеем различное поведение животного, а именно:

при накоплении постепенно исчезает резко возбужденное состояние, что ясно находится в зависимости от усиления тормозной функции клеток коры больших полушарий. Подтверждением этому факту является более отчетливое дифференцирование животным тормозных раздражителей.

Наоборот, выходение бромистого натрия из организма с неизбежностью влечет за собой возврат к резко возбужденному состоянию, что в конечном итоге характеризуется почти полным исчезновением дифференцировочного торможения, резким падением условных рефлексов, „борьбой“ с окружающей обстановкой и даже полным отказом от еды.

5. Процесс накопления, гесп. убывания бромистого натрия характеризуется определенно выраженной стадией, когда мы имеем перед собой животное с почти предельным уравновешенным состоянием обоих основных процессов высшей нервной деятельности — почти полным балансом между торможением и возбуждением.

6. Это „уравновешенное“ состояние животного (в нашем случае) наблюдается при условии содержания в крови от 120 до 160 мг% бромистого натрия (в круглых цифрах).

7. Наши данные подтверждают постоянно наблюдающийся в лабораториях, заведомых академиком И. П. Павловым, факт лишь постепенного проявления действия брома на высшую нервную деятельность животного: все исследователи указывают на необходимость введения брома в течение нескольких дней подряд, для того чтобы получились желаемые результаты, чтобы, как говорят, „бром успел развить свое действие“.

8. В свете полученных нами фактов становится ясной причина вышеуказанного постепенно развивающегося действия брома: необходимо накопление препарата до определенного в отношении каждого животного оптимального уровня для развития желаемого эффекта.

9. Подчеркивая, полученными в наших наблюдениях, данными сугубую значимость дозировки брома, неоднократно подтверждаемую целым рядом сотрудников академика И. П. Павлова (М. К. Петрова, М. А. Усиевич, С. И. Гальперин и др.), мы должны добавить, что необходим постоянный контроль за содержанием брома в крови. Этим путем возможно своевременное устранение нежелательных явлений отравления, а также и более тонкое и точное маневрирование дозой, что эмпирическим путем было уже давно обнаружено в опытах М. К. Петровой.

10. Наконец наши опыты с отчетливостью обнаружили ту предельную величину дозы бромистого натрия, которая может быть названа предельно-полезной.

Этой дозой у нашего животного повидимому является доза в 6—7 г при длительном даже ежедневном ее применении.

11. Полезность именно лишь такой большой дозы (в нашем случае) лишний раз подчеркивает точку зрения академика И. П. Павлова на бром как на вещество, помощью коего можно измерять силу типа нервной системы. Именно: чем сильнее тип нервной системы животного, чем более животное приближается к возбудимому типу, тем большая доза брома является полезной для установления нормального баланса между раздражительным и тормозным процессами нервной деятельности.

12. Наши данные желательно проверить при длительном применении бромистого натрия у людей.

В заключение считаем особо приятным долгом принести благодарность А. М. Петрункиной за ее ценные советы и неоднократную помощь при производстве химических анализов.

Поступило в редакцию
14 августа 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выржиковский С. Н. Неопубликованные данные. 2. Усиевич М. А. О действии различных доз брома на условно-рефлекторную деятельность собаки (печатается в „Трудах физиологических лабораторий академика И. П. Павлова“). 3. Fr. K. Walter. Zeitschr. f. d. Gesamt. Neurologie u. Psychiatrie. 1925. Н. 1—2 и 3—4.

VARIATIONS OF EXCITABILITY IN THE LARGE HEMISPHERES CORTEX IN DOG IN CONNECTION WITH INTRODUCTION AND REMOVAL OF SODIUM BROMIDE

By *M. A. Oussievitch* and *Л. М. Georgievskaya*

From the Dpt. of Physiology and Dpt. Human Biochemistry of the all Union Institute for Experimental Medicine. Leningrad

The fact of great resistance of one of the experimental animals (dog) against large doses of sodium bromide made the authors undertake a systematic investigation of the quantitative contents of sodium bromide in the animal organism (blood).

It was discovered that sodium bromide having a cumulative tendency when administrated in a definite dose during a long period of time produces poisoning.

Symptoms of the latter in its first stage are a lowering of conditional reflexes, a limpness of the skeletal muscles, a refusal by the animals to accept food and a tremendous thirst.

The process of accumulation and of removal of sodium bromide in the earlier stages is accomplished rather promptly out slackens later on.

In connection with the accumulation and resp. exit of this substance the correlation between the inhibitive and irritative processes in the large hemispheres cortex changes considerably.

The progress of the sodium bromide contents in the animal organism is, by the way, characterised by a stage when (at a definite optimal percent of substance in blood) it is possible to obtain a very precise equilibrium of the inhibitive and irritative processes in the large hemispheres cortex. Such a „balanced“ state of the higher nervous activity is characterised by a good appetite of the animal, a high level of conditional reflexes, a correct (serious) reaction of inhibitive stimulants.

ТОКИ ДЕЙСТВИЯ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ СТАНДАРТНОЙ РАБОТЕ И ТРЕНИРОВКЕ

М. Киселев и М. Маршак

Из физиологической лаборатории Московского государственного университета и Центрального института организации и оздоровления труда

Электрические явления, возникающие в мышцах человека при волевом сокращении, с давних пор являлись предметом самого тщательного изучения [Du Bois-Reymond⁽¹⁾, Hering и Friedrich⁽²⁾, Brücke⁽³⁾, Harler⁽⁴⁾, Введенский⁽⁵⁾, Buchmann⁽⁶⁾, Garten⁽⁷⁾, Самойлов⁽⁸⁾], однако первые вполне отчетливые результаты были получены лишь Piper⁽⁹⁾ в сравнительно недавнее время. Применяя для исследования мышечных токов действия струнный гальванометр, Piper установил постоянный ритм центральной иннервации, равный 50 периодам в 1 секунду. В токах действия он различает двойного рода волны: главные (с ритмом 50) и добавочные, более частые, но меньшей амплитуды. Ритм последних по Piper не постоянен и подвержен значительным колебаниям. Из центральной нервной системы при волевом сокращении исходит 50 импульсов в секунду. Примерно в одно и то же время они подходят к нервным окончаниям, заложенным в мышце (нервный экватор) и отсюда „запозапно“ распространяются в обе стороны по отдельным мышечным фибриллам. Этот „ритм 50“ не зависит от силы сокращения. С изменением последней меняется лишь амплитуда токов действия: сильные сокращения дают большую амплитуду, слабые — малую. Ритм изменяется от температуры и утомления. На опытах с холоднокровными (черепаха) Piper показывает, что коэффициент: частота осцилляций есть величина постоянная. Это же подтвердили Bass⁽¹⁰⁾, Forbes и Rappleye⁽¹¹⁾, Voss⁽¹²⁾. Последний из авторов при охлаждении человеческой руки до 19°C нашел снижение частоты токов действия со 120 до 70 в 1 сек. Частота токов действия при температуре тела, на основании выше цитированных исследований Voss, должна лежать между 100 и 150 (по Piper около 50).

На утомленной человеческой мышце Piper обнаружил снижение частоты токов действия до 35 — 25 в 1 сек.

Иннервационные залпы, найденные здесь, сильно диссоциированы, волны токов действия растянуты. Между отдельными токами действия появляются более или менее значительные паузы, за которыми следуют группы волн с нормальной частотой. Амплитуда токов действия при высокой степени утомления уменьшается. Анализ кривой привел его к заключению, что утомление нервно-мышечной системы выражается именно в уменьшении количества импульсов, притекающих от центральной нервной системы к мышце.

В последующих работах идеи Piper получили дальнейшее развитие, при этом были внесены к ним и значительные коррективы. Так например, по данным Dittler и Garten⁽¹³⁾, ритм волевой иннервации оказался значительно выше Piper'овского ритма 50 в сек. — он колеблется около 120—180 в сек.

Wachholder⁽¹⁴⁾ различает два ритма: ритм „А“, который колеблется от 5 до 75 в сек., и другой ритм „В“ с частотой около 150—180 в сек. Athanasin⁽¹⁵⁾ находит высокий ритм равный 320—512 в сек. и малый 90—120 в сек. Первый является выражением нервной деятельности (vibrations electro-neuro-motorius), второй — мышечный (vibrations electro-musculaires). В. В. Правдивч-Неминский⁽¹⁶⁾ также различает несколько типов волн 1-го и 2-го порядка с различной частотой. Малые зубцы по современным представлениям, не есть результат интерференции фаз при распространении возбуждения по мышце от нервного экватора, как думал Piper; они являются точным отображением центрального ритма [опыты Dittler и Garten⁽¹³⁾ с записью токов действия диафрагмы и п. phrenici, то же Gasser и Neweomer⁽¹⁷⁾, Bass и Trendelenburg⁽¹⁸⁾ с отведением двух соседних областей сокращающейся мышцы при помощи точечных электродов]. Приведенные исследования, так же как и целый ряд других, с отведением токов действия от мозго-

вой коры в ее моторной зоне [Berger (¹⁸), Правдич-Неминский (²⁰), Töppner, Kornmüller из лаб. Vogt и др.] приводят к заключению, что мышцы, в определенных границах, совершенно точно следуют импульсам, получаемым из центральной нервной системы, при этом сама центральная иннервация имеет не совсем правильный ритм. Этот ритм осложняется вторичными импульсами, исходящими из проприоцепторов сокращающейся мышцы [Dusser de Barenne (²¹), Weizsäcker]. В согласии с этим находятся также и ранее проведенные опыты Введенского и Беритова и др. с определением собственного мышечного ритма. Центральный ритм, не осложненный интерференцией возбуждений, изучен в последнее время Adrian. Оказалось, что количество импульсов, исходящих из одной нервной клетки, значительно ниже Pirce'овского ритма.

Изучение токов действия мышцы при волевом сокращении приобретает важное значение, ибо мышца является здесь прекрасным индикатором деятельности центральной нервной системы, с таким трудом поддающейся объективному изучению.

В особенности это должно относиться к проблеме физиологии труда, где электрофизиологический метод использован относительно слабо.

В настоящем исследовании мы поставили перед собой следующие задачи: во-первых, установить отражается ли на электромиограмме длительная штандартная работа, во-вторых, какие изменения наблюдаются в Emg. (электромиограмме) при тренировке на определенный вид работы, и в третьих, чем характеризуется в работе смена темпов?

Вопрос о функциональных изменениях, наступающих в организме человека по мере продолжения непрерывной работы, весьма мало исследован. Как это было отчетливо установлено A. Hill и др., при легкой и средней тяжести работы уже через несколько минут после начала работы, отмечаемые функциональные сдвиги в организме человека переходят в фазу „устойчивого состояния“, т. е. находятся на одном уровне независимо от продолжительности работы. Между тем на фоне отмечаемого по ряду функций „устойчивого состояния“ самочувствие человека заметно меняется, появляется усталость, и общая работоспособность понижается. Последнее указывает на то, что обычно отмечаемые в этих условиях функциональные изменения в организме во время работы, находящиеся по мере продолжения работы в одном и том же „устойчивом состоянии“, не отражают общего состояния организма и степени его утомления.

Повидимому применявшиеся в большинстве случаев исследования затраты энергии дыхательной и сердечно-сосудистой системы и т. п. не могут при легкой и средней тяжести работы служить показателями состояния организма и не вскрывают тех сдвигов, которые появляются по мере увеличения длительности непрерывной работы.

Отсутствие методических возможностей отобразить функциональные изменения в организме при длительной работе ставит серьезные препятствия на пути к физиологическому обоснованию ряда вопросов, имеющих большое значение в деле организации труда и повышения его производительности: когда в отдельных случаях целесообразно вводить перерывы, какова должна быть их продолжительность и т. п.?

Критический анализ прошлых работ по физиологии труда указывает, что для выяснения этих вопросов следует прокладывать новые методические пути.

В свете сказанного об „устойчивом состоянии“, физиология труда должна стремиться к выяснению тех функциональных изменений в организме, которые не переходят в устойчивое состояние, а меняются по мере продолжения работы.

Исходя из того, что при продолжительной мышечной работе особое значение приобретает функциональное состояние центральной нервной системы, мы попытались проанализировать в указанных условиях токи действия работающих мышц.

Методика

Токи действия отводились от *m. bicipitis brachii dex.* В некоторых опытах они отводились к гальванометру также и от *tricipitis brachii*, в одном опыте — от *m. trapesii*. Стандартная дозированная работа заключалась в подъеме под метроном обеими руками гири в 16 кг весом, на высоту в 50 см, с темпом от 15 до 20 подъемов в минуту. Гиря при помощи шнура и трех блоков соединялась с длинным плечом легкого деревянного рычага, короткое плечо которого находилось против вертикально поставленной щели фоторегистрационного аппарата (рис. 1).

Для регистрации токов действия служил струнный гальванометр Эйнтховена (большая модель Эдельмана), с платиновой струной в 2 микрона. Увеличение струны около 1000 раз. Электроды, которыми мы пользовались в нашей работе для

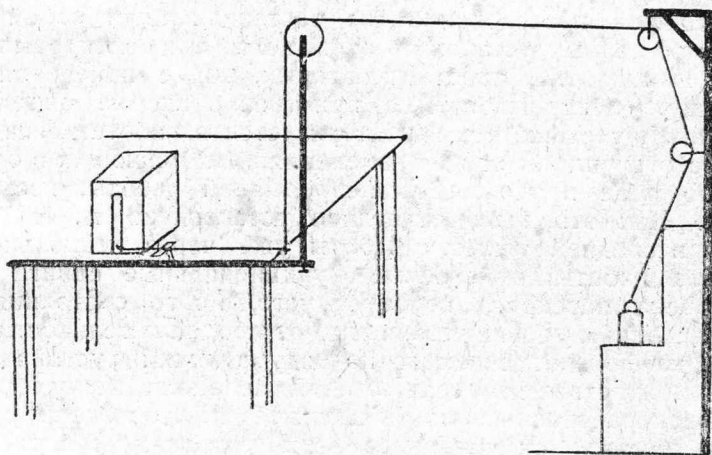


Рис. 1.

отведения токов действия, предложены несколько лет тому назад одним из нас (М. Киселевым) и состоят из небольших пробочек с отверстием по середине. Диаметр отверстия варьирует по условиям опыта, чаще всего употребляется в 1—25 см. С боковой стороны пробки вделана амальгмированная пластинка. Один из концов ее входит в центральное отверстие пробки, другой — гибким шнуром соединяется с гальванометром. Сверху пробка заклеивается прозрачным листком целлулоида с небольшим отверстием около края. Нижний конец пробки остается открытым и приклеивается на желаемом месте к коже испытуемого коллодием. Через отверстие в целлулоиде, камера электрода заполняется насыщенным раствором $ZnSO_4$.

Преимущество описанного электрода перед многочисленными другими, предложенными для этой же цели, заключается в малом сопротивлении для тока, в его легкости, возможности установки на любой части тела. Электрод не мешает производству движений, не затрудняет кровообращения и, наконец, является действительно неполяризующимся.

В длительных опытах, и в особенности в опытах, требующих частого повторения, чтобы избежать раздражения кожи сернокислым цинком, можно употребить в электроде физиологический раствор $NaCl$, а вместо цинковой пластинки — хлорированную серебряную. К сожалению, такой электрод, как и все электроды с хлорированным серебром, не свободен полностью от поляризации.

Фотографирование токов действия производилось на фоторегистрационной камере по Самойлову, изготовленной фирмой Edelmann в Мюнхене. Для отметки времени служил отметчик Jaquet с интервалами в 0,2". Гальванометр, провода и подставка, на которой находился испытуемый, были заземлены. После того, как нало-

жены электроды и произведены все необходимые соединения, пускается метроном, а затем, по сигналу, испытуемый начинает работу. Одновременно с этим делается первый снимок.

Дальнейшее наблюдение производится визуально, и только время от времени ток действия фотографируется.

Фотографирование производится до полного утомления, наступавшего в наших условиях, примерно, через 1 час от начала эксперимента.

В качестве образцов подобного рода опытов может служить серия кривых, полученных 27/XI-33 г.

Верхняя линия на рис. 2 — тень струны гальванометра; вторая сверху — механограмма (поднятие механограммы соответствует поднятию груза, опускание механограммы — опусканию его); третья — отметчик времени, 0,2 секунды. Эти обозначения сохраняются и для всех последующих снимков. На кривой электромиограммы видны две характерные группы токов действия, разделенные между собой относительно покойными участками. Первая группа, наиболее резко выра-

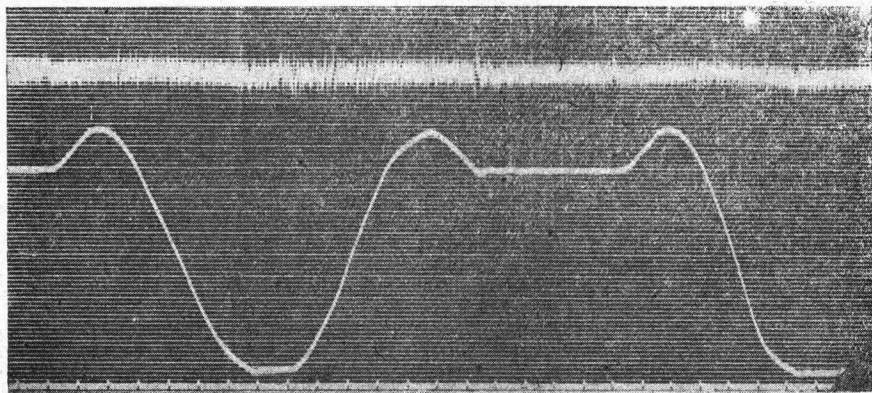


Рис. 2.

женная, соответствует поднятию гири, вторая опусканию. Токи первой группы, предшествуя подъему гири, постепенно увеличиваются в амплитуде, достигают максимума в верхней трети подъема, затем постепенно затухают и почти совершенно исчезают спустя 0,6 сек. после установки гири на верхней площадке эргометра. Вторая группа токов действия начинается за 0,2—0,3 сек. перед опусканием, быстро увеличивается, но сейчас же начинает вновь уменьшаться. Это уменьшение амплитуды продолжается в течение всего периода опускания, почти до установки ее на нижней подставке столика, и только за 0,1—0,2 сек. до последнего момента появляется новое значительное усиление осцилляции струны, продолжающееся около 0,6 сек.

На кривой механограммы обращают внимание следующие моменты: 1) относительно быстрый подъем, продолжающийся 0,9 сек., примерно столько же времени длящееся опускание (0,84 сек.) и два небольших добавочных движения при установке груза на верхнюю площадку. Они заключаются в том, что, во-первых, подъем груза производится испытуемым выше площадки, вследствие чего в дальнейшем совершается его опускание, во-вторых, при опускании груза во время отрыва его от площадки, производится подъем, и только через 0,2—0,41 сек. начинается собственно его опускание с высоты, значительно превышающей высоту столика эргометра. Время полного

покою после установки груза на верхней площадке 1,005, а на нижней площадке — 0,3—0,8 сек.

Необходимо указать, что испытуемый (аспирант лаборатории) совершенно не тренирован в подобного рода работе.

У тренированных означенные добавочные движения отсутствуют, и самая работа производится более экономно, но и у нетренированного в процессе всего лишь одного эксперимента уже вырабатываются определенные навыки. Это хорошо видно из последующего материала.

Кривая на рис. 3 сфотографирована через 2 минуты после первой. Общий характер электромиограммы: наличие двух периодов, постепенное нарастание токов и их затухание повторяет полностью предыдущую. Отличием ее является значительно большая амплитуда зубцов и некоторое урежение токов действия.

По нашему мнению, это увеличение амплитуды, которое наблюдается всегда в начале работы, является выражением „вработывае-

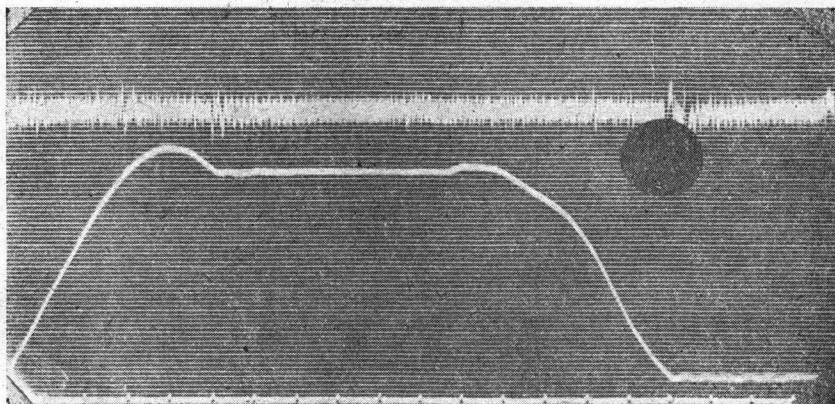


Рис. 3.

мости“. Импульсы, исходящие из моторной зоны больших полушарий, тотчас по включении в работу, представляют собой, применяя выражение Ригер, — „стрельбу в разброд“; через некоторое время неправильности и разноречивости в центральной иннервации выравниваются — импульсы идут „залпообразно“. В соответствии с этим меняются частота и амплитуда токов действия в мышцах.

Подъемы и опускания совершаются в более короткий срок, первый равен 0,7 сек., второй — 0,5 сек. В значительной степени уменьшаются движения, названные нами добавочными, в конце подъема и начале опускания груза; при этом происходит не только уменьшение высоты поднятия, но и укорочение этих периодов, а за счет этого несколько увеличивается отдых.

Следующая кривая (рис. 4) сфотографирована в стадии значительно развившегося утомления.

Несмотря на это, работа, совершаемая испытуемым, по условиям нашей методики (эргометр Atzler) остается неизменной.

Электромиограмма обнаруживает редкие волны токов действия с малой амплитудой, число их в соответствии с данными Ригер и других уменьшено.

Подъем груза и, в особенности, его опускание замедлены по срав-

нению с предыдущей кривой и показывают примерно те же значения, какие имелись в начале опыта (подъем 0,7 сек., опускание около 1 сек.).

Добавочные подъемы уменьшены и сглажены еще более значительно, в особенности, при опускании гири.

Отдых в верхнем положении груза равен 1,2 сек., в нижнем — около 0,6 сек.

Целый ряд опытов, поставленных нами по вышеописанному плану, дал совершенно одинаковый результат.

Всегда происходило увеличение амплитуды токов действия в начале работы с последующим уменьшением их: частота токов действия в большинстве случаев уменьшалась, или, по крайней мере, имела тенденцию к уменьшению. По электрическому ответу и по механограмме видно приспособление испытуемого к данной работе, заключающееся в более экономном использовании сил и исключении лишних движений.

Влияние длительной тренировки изучалось нами на 2 испытуемых вполне здоровых 25- и 27-летних студентах.

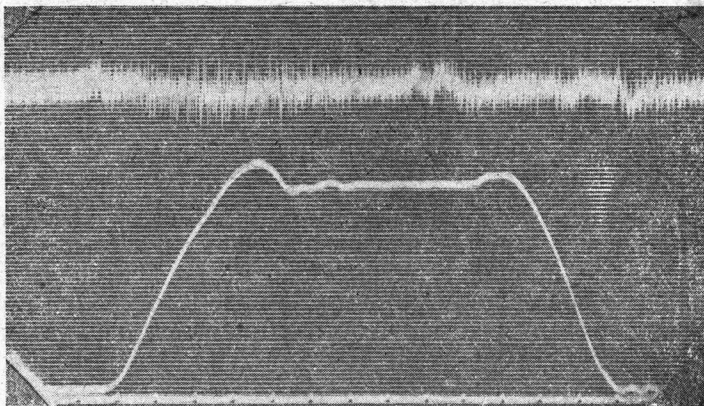


Рис. 4.

Опыты распадаются на 2 серии: 1) токи действия у нетренированного субъекта, 2) токи действия через 1—2 месяца после начала тренировки. Ход опыта и в том и в другом случае совершенно соответствует вышеизложенному. Кривая электромиограммы у нетренированного ничем не отличается от приведенных кривых. Электромиограмма же тренированного субъекта имеет ряд характерных особенностей, заслуживающих специального подробного описания. Для сравнения приведены две кривые, полученные на одном испытуемом до и после тренировки. Рис. 5 представляет электромиограмму, снятую до тренировки; электромиограмма на рис. 6 получена от того же субъекта через 2 месяца после начала тренировки.

Первая из них повторяет совершенно все черты кривой на рис. 2, отличаясь от нее лишь более выраженными токами действия в фазе подъема и фазе опускания груза и более полным покоем струны во время отдыха, когда груз находится на верхней или нижней площадке эргометра.

Очень важные и интересные изменения представляет рис. 6. Мы видим в первой части электрограммы, соответственно подъему груза, ряд токов действия, как и во всех приведенных кривых, постепенно увеличивающихся в амплитуде, а затем затухающих. Существенным

отличием по сравнению с рис. 5 является меньшая продолжительность подъема (вместо 1 сек. всего лишь 0,7 сек.), уменьшение числа импульсов, как абсолютное, так и относительное и, самое главное, на кривой появляется несколько „пробелов“, в течение которых струна находится в полном покое. Еще более существенные изменения видны в фазе опускания груза. Этот период распадается здесь на две части,

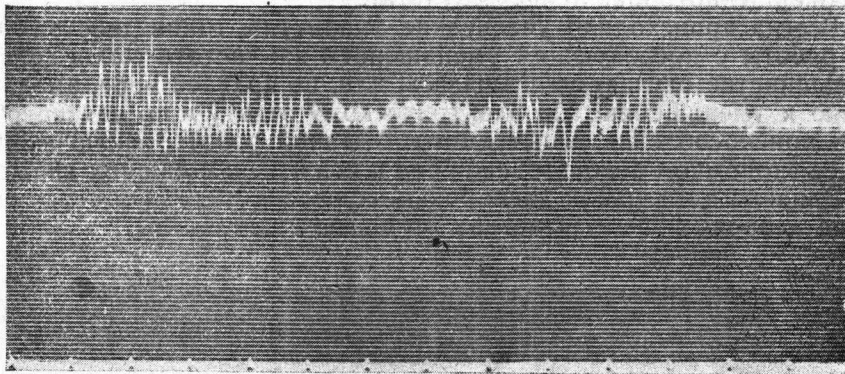


Рис. 5.

разделенные между собой значительным покойным участком струны. Токи действия видны лишь в начале опускания и в самом конце. Следовательно мышца получает иннервацию не во все время опускания груза, а только в некоторые моменты. Мышечное усилие при опускании груза направлено к тому, чтобы, во-первых, дать толчок грузу, сбросив его с верхней площадки и, во-вторых, в конце падения, для того,

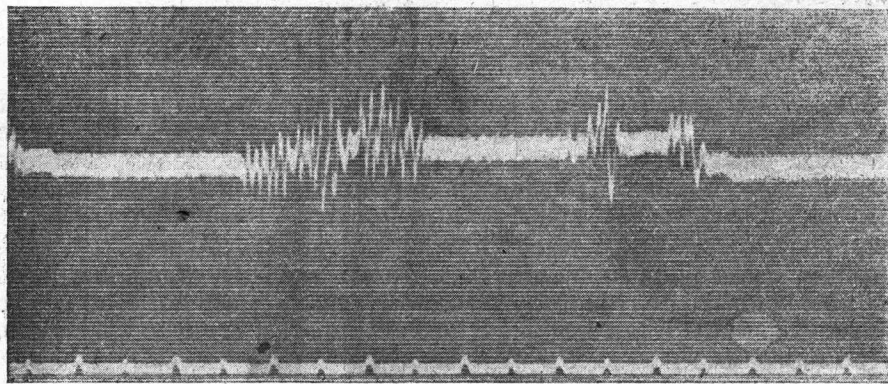
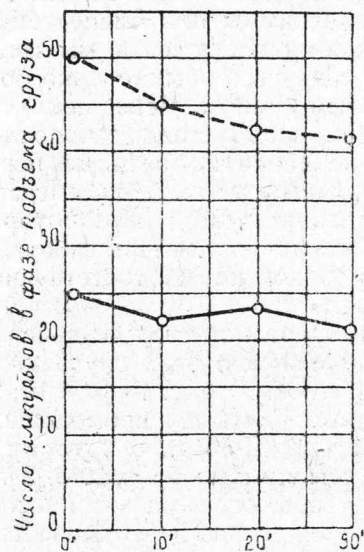


Рис. 6.

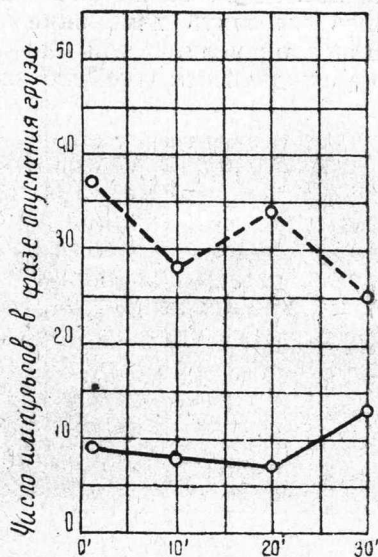
чтобы задержать падающий груз перед установкой на нижнюю подставку. Весь путь сверху вниз гиря совершает вследствие силы тяжести, при этом, естественно, мышца не производит никакой работы. То же самое только в меньшей степени мы находим при подъеме груза. Здесь дается толчок для поднятия — последнее же производится, главным образом, за счет иннервации.

Этот чрезвычайно важный факт в экономике мышцы был отмечен Wachholder при анализе быстрых движений сгибателей предплечья.



Продолжительность работы.

Рис. 7. Число импульсов до тренировки (прер. линия) и после тренировки (непрерывн. линия).



Продолжительность работы.

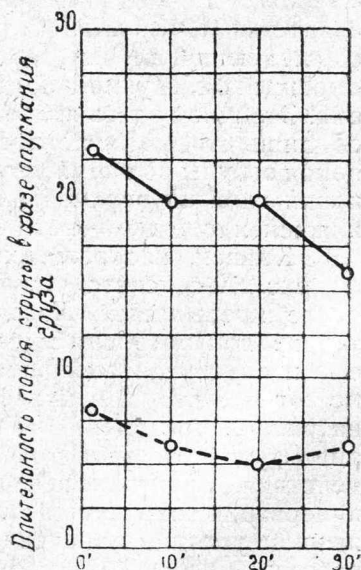
Рис. 8. Число импульсов до тренировки (прер. линия) и после тренировки (непрерывн. линия).

Наши опыты с очевидностью показывают, что принцип, отмеченный Wachholder, имеет более широкое применение и свойствен не только быстрым движениям; самое же главное, он может быть выработан в процессе тренировки даже для тех мышечных групп и таких движений, для которых до этого он не является ни в какой степени характерным.

Отмеченные выше периоды покоя струны при тренировке сопровождались уменьшением общего числа импульсов в фазе подъема и особенно в фазе опускания груза. На рис. 7 и 8 мы приводим данные общего числа импульсов (сосчитаны лишь „главные волны“) у одного и того же испытуемого до и после тренировки в фазе подъема и опускания груза в течение 30 мин. непрерывной работы.

Как видно из рис. 7 и 8, разница в общем числе импульсов при подъеме и опускании груза до и после тренировки весьма значительна.

Как мы указывали, отмеченное явление объясняется в основном за счет перерывов — покоя струны, в фазе подъема и опускания груза у тренированного. Особенно резко выявлены эти перерывы при



Продолжительность работы.

Рис. 9. Длительность покоя струны до тренировки (прер. линия) и после тренировки (непр. лин.).

опускании груза. На рис. 9 мы приводим данные о длительности фазы покоя струны при одном опускании до и после тренировки.

В последней серии опытов, полностью еще не законченных, мы пытались выяснить изменение электромиограммы при смене темпов.

Для этой цели, в той или иной стадии эксперимента, мы заставляли переходить испытуемого на работу с другим, обыкновенно более частым темпом. Через некоторое время, испытуемому давалось задание перейти опять на первоначальный темп. При сигналах, и метроном, под стук которого всегда производилась работа, переводился на соответствующий темп.

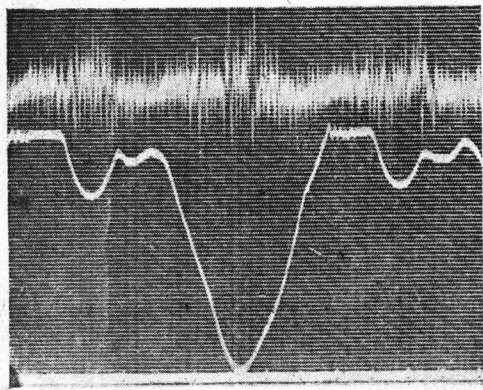


Рис. 10 а.

Образцом токов действия, полученных в этих случаях, может служить рис. 10 [а и б]; обе кривые являются продолжением опыта 27/XI-33 г., в котором записаны кривые на рис. 2, 3 и 4. Электромиограмма на рис. 10 получена через 5—10 мин. после кривой, изображенной на рис. 4.

Темп ускорялся, примерно, вдвое. Характер электромиограммы при этом резко меняется: увеличивается амплитуда токов действия как при подъеме, так и при опускании, но активные периоды укорачиваются.

Замечательно, что опускание груза начинает происходить по такому же типу, как и у тренированного: видны две группы токов действия — одна в начальный период опускания (толчок вниз), другая — в конце (тормоз). Последняя фаза сливается почти полностью со следующей за ней резко выраженной группой подъема. Отличием здесь является лишь то, что полного покоя струны во время установки гири на верхней или нижней площадке — нет.

Кривая, изображенная на рис. 10-б, снята тотчас после предыдущей. Характер кривой во время подъема и опускания совершенно тот же, что и в кривой на рис. 4, увеличены лишь амплитуда и частота токов действия. Эта повышенная иннервация сохраняется относительно долгое время и является выражением усилий, затраченных на выполнение предыдущей повышенной работы.

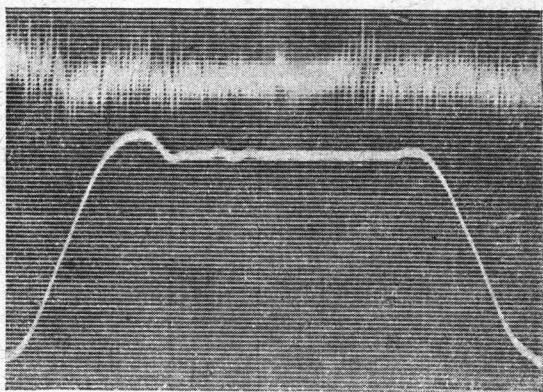


Рис. 10 б.

Выводы

1. Амплитуда токов действия увеличивается в первые минуты от начала мышечной работы средней тяжести.

2. По мере продолжения работы происходит постепенное снижение амплитуды.

3. Частота токов действия при длительной работе имеет тенденцию к уменьшению.

4. Отмеченные изменения в амплитуде и частоте токов действия наблюдаются при неизменности выполняемой работы в течение всего опыта (постоянство темпа, высоты и подъема тяжести грузов) и стоят в связи (по условиям наших опытов) только с длительностью работы.

5. Кривая токов действия тренированного субъекта отличается от таковой же кривой не тренированного (при выполнении одной и той же работы) укорочением периода центральной иннервации во время подъема и в особенности во время опускания тяжести.

6. У тренированного субъекта в фазе опускания тяжести в кривой токов действия появляются значительные перерывы.

7. При переходе на более частый темп работы амплитуда и частота токов действия увеличиваются, причем изменения этого же характера остаются на некоторое время и после возвращения к первоначальному темпу.

Поступило в редакцию
3 июля 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Du Bois-Reymond. Untersuchungen über tierische Elektrizität, Bd. 2, 1884. — 2. Hering u. Friedrich. Sitzungsber. d. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 72, 1877. — 3. Brücke. *ibid.* Bd. 76, 1877. — 4. Harless. *Zeitschr. f. rationelle Medizin*, Bd. 14. — 5. Wedenski. *Arch. f. Physiol.* 1883. — 6. Buchanan. *Journ. of Physiol.* vol. 27, 1901. — 7. Garten. *Abhandl. d. K. Sächs. A. d. Wiss., math.-phys.* Bd. 26. № 5. — 8. Piper. a) *Arch. f. d. g. Physiol.* Bd. 119, 1907. b) *Zeitschr. f. Biologie*. Bd. L., S. 393, 504. c) *Zeitschr. f. Biologie*. Bd. LII, S. 86, S. 41. d) *Arch. f. d. g. Physiol.* Bd. 124, 1908, Bd. 127, 1909. e) *Arch. f. Anatomie u. Physiol.* 1909, S. 491; 1910, S. 207. f) *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. LIII, S. 140. g) *Arch. f. d. g. Physiol.* Bd. 129, 1909. — 9. Bass. *Zeitschr. f. Biolog.* 85, 1926. — 10. Forbes a. Rappley. *Am. Journ. of Phys.* 41, 1917. — 11. Voss. *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. 86, 1927. — 12. Ditter u. Garten. *Zeitschr. f. Biol.* 58, 1912. — 13. Wachholder. *Pflüger's Arch.* 199, 1923. — 14. Athanasiu. *Journ. de Physiol. et de Pathol.*, 21, 1923. — 15. Prawdicz-Neminski, *Pflüger's Arch.* 210, 1925. — 16. Gassera. *Newcomer. Americ. Journ. of Physiol.* 57, 1921. — 17. Bass u. Trendelenburg. *Zeitschr. f. Biologie*, Bd. 74, 1921. — 18. Berger. *Arch. Psych.* 87, 1929; *J. Psych. u. Neurol.* 40, 1930, *Arch. Psych.* 94, 1931; 97, 1932; *Z. Psychol.*, 126, 1932, и др. — 19. Prawdicz-Neminski. *Pflüg. Arch.*, 209, 1925. — 20. Dusserre de Barenne. *Skandin. Arch. f. Physiol.*, XLIII 1923.

ДIE WIRKUNGSSTRÖME DES MENSCHEN BEI DAUERNDER STANDARTARBEIT UND TRAINING

Von M. Kisselew und M. Marschack

Aus der Physiologischen Abteilung der Moskauer Staatsuniversität und aus dem Zentralinstitut für Organisation und Sanierung der Arbeit.

1. Die Amplitude der Wirkungsströme nimmt im Laufe der ersten Minuten seit dem Beginn mittelschwerer Arbeit zu.

2. Im Masse der Fortsetzung der Arbeit findet eine allmähliche Herabsetzung der Amplitude statt.

3. Die Frequenz der Wirkungsströme weist bei dauernder Arbeit eine Tendenz zur Abnahme auf.

4. Die erwähnten Veränderungen in der Amplitude und Frequenz der Wirkungsströme werden bei Veränderlichkeit der ausgeführten Arbeit im Laufe des ganzen Versuchs beobachtet (Beständigkeit des Tempo, der Höhe und des Hebens von Lasten) und stehen im Zusammenhang (in den Bedingungen unserer Versuche) nur mit der Dauer der Arbeit.

5. Die Kurve der Wirkungsströme eines trainierten Individuums unterscheidet sich von derselben Kurve eines nicht trainierten (bei der Ausführung einer und derselben Arbeit) durch die Verkürzung der Periode des zentralen Innervation während des Hebens und besonders beim Herablassen von Lasten.

6. Bei einem trainierten Individuum in der Phase des Herablassens der Last erscheinen in der Kurve der Wirkungsströme bedeutende Unterbrechungen.

7. Beim Uebergang der Arbeit zu einem schnelleren Tempo nehmen die Amplitude und die Frequenz der Wirkungsströme zu, wobei diese Veränderungen eine gewisse Zeit nach der Rückkehr zum ursprünglichen Tempo bestehen bleiben.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

С. А. Брандис, З. Д. Горкин, М. Я. Горкин, при участии А. С. Познера

Сообщение 1-е. Физиологический анализ физических упражнений

Физиологический сектор Всеукраинского института патологии и гигиены труда
(зав. — заслуж. проф. Э. М. Каган)

„Организовать научное изучение применяемых методов физической культуры в производственных процессах“ — такова задача, поставленная ЦИК СССР перед научно-исследовательскими учреждениями.

Целый ряд работ, как в условиях лабораторного экспериментирования, так и в порядке производственно-исследовательском, направлен на разрешение этой задачи: Волжинский, Ган и Крестовников, Герценштейн, Гольдберг и Лепская и др., Зак и Кожанов, Крестовников, Кассандров и Ширяев, Клочков, Кауфман и Розенов и т. д. Однако ни один из перечисленных авторов не ставил перед собой задачи комплексного изучения упражнений: их сравнительного физиологического анализа и последовательного изучения влияния упражнений на работоспособность и физиологические функции работающего организма.

Исходя из этой предпосылки, и была предпринята настоящая работа, имевшая своей целью: выявить физиологические сдвиги в организме, вызываемые различными, наиболее типичными физическими упражнениями, проследить их взаимоотношения в различных сочетаниях упражнений и, наконец, определить влияние этих сочетанных упражнений на функции работающего организма и на продуктивность его работы.

В соответствии с изложенными целевыми установками исследование разделяется на 4 этапа:

- 1) изучение влияния на организм типовых упражнений;
- 2) изучение воздействия комплексов упражнений, при различных их построениях;
- 3) учет влияния на работоспособность комплексов типа „зарядки“;
- 4) определение влияния на работоспособность упражнений, применяемых в форме физкультпауз.

Настоящее сообщение охватывает первые два этапа исследований и представляет попытку физиологического анализа типовых физических упражнений.

Первый раздел работы охватывает изучение на 3 подопытных лицах 20 упражнений. Десять из общего числа изучавшихся упражнений взяты целиком из положений о нормах сдачи на значок ГТО 1-й ступени, остальные 10 упражнений представляют

собой наиболее часто встречающиеся и применяющиеся в практической физкультурной работе упражнения. Все 20 упражнений подобраны так, чтобы в последующем, при использовании их для составления комплексов, иметь возможность „проработать“ любую мышечную группу.

Кроме упражнений комплекса ГТО, наименование и описание которых имеется в инструкции по сдаче норм на значок ГТО, нами были избраны следующие (нумерация упражнений ведется начиная с № 11 вслед за 10 упражнениями комплекса ГТО):

№ 11 „рубка дров“: при расставленных на ширину плеч ногах, сцепленными впереди руками, ударные движения вниз, с предварительным глубоким замахом (темп 4" и 2");

№ 12 „винт“ — выходное положение то же, наклон с попеременным достижением пальцами руки носка противоположной ноги и одновременным отведением другой руки назад и в сторону (темп — 5");

№ 13 „приседание“: руки на бедрах, из подъема на носки полное приседание (счет — 4, темп — 4");

№ 14 „потягивание“: сцепленные впереди руки вытягиваются вверх, выворачивая кисти, при одновременном подъеме на носки и интенсивном потягивании корпуса „за руками“ (темп — 5");

№ 15 „упражнение для ног“: попеременное сгибание ног в тазобедренном сочленении и разгибание в коленном (темп — 4");

№ 16 „отведение руки и ноги“: отведение в стороны рук до уровня плеч и максимальное отведение попеременно каждой ноги (темп — 2");

№ 17 „общее расслабление“: при расставленных на ширину плеч ногах, расслабленный подъем рук с последующим опусканием их, корпуса и головы (темп — 5");

№ 18 „наклон“: наклон корпуса назад, с отведением рук за голову (затылок) — (темп — 4");

№ 19 „сведение лопаток“: сцепленные за спиной руки интенсивно вытягиваются назад, с одновременным подъемом на носки (темп — 4");

№ 20 „расслабление ног“: маятникообразное попеременное качание расслабленных ног (темп — 1").

Влияние упражнений на функции организма изучалось на 3 подопытных лицах (2 мужчинах и 1 женщине):

П-р — врач-физкультурник, 32 лет, рост — 159 см, вес — 57 кг, практически здоровый, тренированный; газообмен в покое: $L - 6,368$, $O_2 - 252,4$ кал.¹ — 1,193; пульс в покое — 58—60 в минуту;

Т-ко — крестьянин, 18 лет, рост — 164,5 см, вес — 62,5 кг, практически здоровый, нетренированный; газообмен в покое: $L - 7,710$, $O_2 - 291,2$ кал.¹ — 1,380; пульс в покое — 68—70 в минуту;

Ш-на — препаратор, физкультурница, 21 года, рост — 160 см, вес — 64 кг, практически здорова, тренирована; газообмен в покое: $L - 6,523$, $O_2 - 255,8$ кал.¹ — 1,208; пульс в покое — 72—76 в минуту.

Опытный режим при изучении упражнений был следующий: подопытный в течение часа лежал, затем садился и через десять минут в положении сидя у него исследовались пульс и газообмен в покое; затем испытуемый проделывал 50 упражнений в темпе и ритме, свойственном данному упражнению; во время упражнений испытуемые дышали через клапан, соединенный с мешком Douglas; по окончании заданного количества упражнений исследовался восстановительный период газообмена по фракциям — 1 минута, 3 минуты, 3 минуты, 1 минута и пульс поминутно; кровяное давление по Короткову исследовалось в силу технических возможностей лишь у одного испытуемого — П-ра в таком же порядке, как и пульс; серия упражнений ГТО изучалась при участии 3 подопытных лиц, серия же вторая — упражнения №№ 11—20, лишь на 2 испытуемых — П-ре и Ш-ной.

Избранное нами количество — 50 упражнений — было принято после ряда предварительных исследований, показавших, что малое количество их, длящееся во времени до 1 минуты, дает неустойчивые величины легочной вентиляции и потребления кислорода, так как выполняемая мускульная работа не дозирована и целиком зависит от большей или меньшей „частоты“ выполнения каждого данного упражнения. При выполнении большего количества упражнений (50) это обстоятельство нивелируется.

Всего первый раздел работы охватывает 432 опыта.

Рассматривая воздействие на сердечно-сосудистую систему упражнений первой серии (ГТО), можно констатировать, что упражнение № 10 (подскоки) дает наибольшие сдвиги: частота пульса у мужчин — 126, у женщин — 156, процент учащения ритма пульса по отношению

¹ Расчетный основной обмен по Benedict-Harris, соответственно — 1,000, 1,162 и 1,012 кал. в 1 минуту.

к покою у всех трех подопытных также наибольший (рис. 1); кровяное давление точно так же дает наибольшую амплитуду отклонений (максим. к. д. — 130, миним. к. д. — 63, амплитуда 67, увеличение на 264%). Несмотря на то, что упражнение № 8 по участию в нем мышечной массы значительно более нагрузочно упражнения № 10, характер изменений со стороны сердечно-сосудистой системы позволяет поставить его на второе место в ряду упражнений комплекса ГТО (рис. 1 и таблицы 1 и 2).

Объяснение этому следует искать в двух взаимодействующих моментах: мышечные сокращения при упражнении № 8 в противоположность упражнению № 10 отличаются плавностью и последовательностью включения отдельных мышечных групп, а дыхание — равномерностью и глубиной.

По интенсивности воздействия на сердечно-сосудистую систему на третьем месте находится упражнение № 3, сравнительно близкое

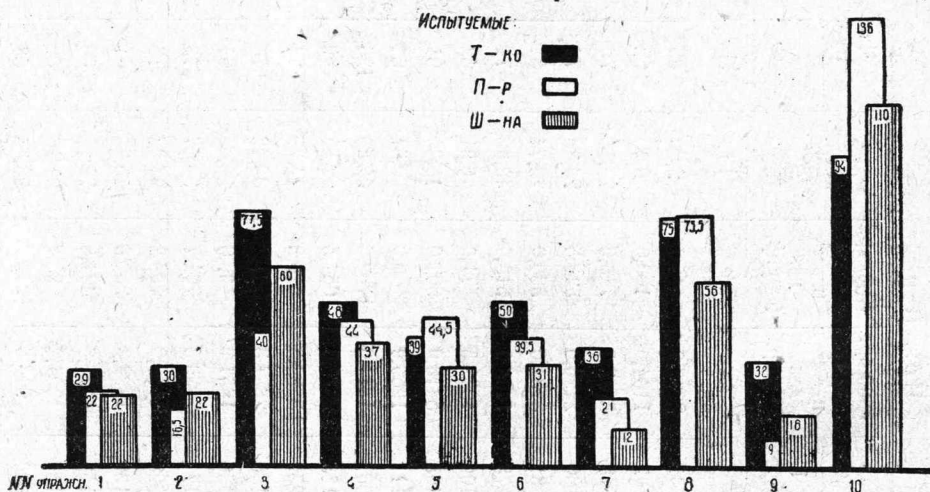


Рис. 1. Сравнительная характеристика упражнений комплекса ГТО по проценту ускорения сердечной деятельности в 1 мин. при 50 упражнениях.

по показателям к упражнению № 8, хотя и по количеству участвующих в его выполнении мышц ему уступающее. В этом случае снова можно отметить значение интенсивности мышечной деятельности во время выполнения упражнения, так как, например, упражнение № 8 проводится в темпе 6'', а упражнение № 3 в темпе 3'' на каждое упражнение.

Из остальных упражнений серии ГТО, вообще не дающих значительных сдвигов в состоянии сердечно-сосудистой системы, следует выделить упражнение № 9 — дыхательное, дающее минимальные сдвиги и приближающиеся к нему по характеру дыхания, но с более значительной интенсивностью мышечной деятельности, упражнения № 1 и № 7.

Среди упражнений второй серии, как видно из таблиц 1 и 2, наиболее нагрузочными оказались последовательно упражнения № 11, 12 и 13, а упражнения № 14, 18 и 19, наоборот, можно отнести к минимально воздействующим на сердечно-сосудистую систему (пульс и кровяное давление).

Данные исследования газообмена, характеризующие величины энергетических затрат и характер легочной вентиляции при различ-

ТАБЛИЦА 1
Исп. П-р

№ упр.	Легочн. вентил. α'	Дыхат. коэф. RQ	Потребление кислорода (специф.)		Расход энергии (в калор.) специф.		Кислор. забор. в см ³ для 50 упр.	Кислор. дог. в см ³ для 50 упр.	Коэф. кисл. задолжен.	Частота пульса		Кровяное давление		
			в 1 м.	на 1 упр.	в 1 м.	на 1 упр.				Абс.	% увел.	Мах.	Мин.	Ампл.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16											% увел. Ампл.			
1	20,74	0,89	471,3	39,3	2,412	0,201	2045,0	45,0	2,20	68	22,0	111	77	33
2	12,95	0,87	245,6	20,0	1,224	0,102	1104,0	100,0	9,06	62	16,5	109	77	32
3	30,79	0,86	988,5	48,4	4,560	0,228	3122,0	723,0	23,16	79	40,0	116	77	39
4	22,54	0,88	591,6	32,8	3,200	0,160	2196,0	543,5	23,33	76	44,0	110	76	34
5	18,02	0,82	700,9	58,5	3,872	0,281	3781,0	860,0	22,74	81	44,5	110	79	31
6	13,87	0,79	473,7	15,7	2,250	0,075	1408,0	618,0	43,88	71	39,5	113	76	37
7	13,15	0,94	233,2	19,4	1,200	0,100	1042,5	71,0	6,81	62	21,0	106	80	26
8	18,93	0,83	846,5	84,6	4,080	0,408	5418,0	997,0	18,40	91	75,5	122	85	37
9	13,99	0,97	157,7	21,0	0,832	0,111	1059,0	6,0	0,57	64	9,0	95	80	15
10	22,17	0,89	814,0	13,5	4,020	0,067	1811,0	1132,5	62,50	126	136,0	130	63	67
11	21,87	0,79	829,9	37,7	3,960	0,165	2373,0	654,5	27,58	89	58,0	114	75	39
12	21,09	0,86	635,8	52,9	3,108	0,259	3234,5	510,3	15,77	74	39,5	—	—	—
13	18,91	0,92	478,9	31,9	2,340	0,156	2397,3	801,2	33,42	76	43,0	115	73	38
14	19,97	0,97	372,6	31,02	1,872	0,156	1657,9	106,9	6,45	61	24,0	104	78	26
15	18,24	0,99	509,8	34,36	2,565	0,171	2479,9	761,7	30,07	73	38,0	—	—	—
16	20,85	0,86	703,3	46,87	3,420	0,228	3440,9	100,2	31,97	76	52,0	119	77	42
17	17,35	0,89	360,4	30,33	1,560	0,130	1792,3	282,8	15,78	61	26,0	96	75	21
18	21,04	0,88	327,0	21,80	1,725	0,115	1521,8	431,8	28,22	60	20,0	103	76	27
19	19,67	0,87	363,2	24,21	1,755	0,117	1304,2	93,7	7,18	58	20,0	—	—	—
20	11,56	0,74	345,2	14,01	2,800	0,056	916,5	215,7	23,55	58	20,0	103	78	25

ТАБЛИЦА 2¹

Исп. III - на

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	16,61	0,79	382,0	31,8	1,848	0,154	2046,5	475,1	23,17	96	21,6
2	16,88	0,04	288,9	24,1	1,452	0,121	1611,1	412,2	15,58	96	21,6
3	23,25	0,81	840,4	42,0	4,020	0,201	3304,8	902,9	42,95	131	59,9
4	16,11	0,78	478,5	23,9	2,280	0,114	1877,7	682,2	36,34	112	36,8
5	16,28	0,79	504,6	41,8	2,388	0,199	2433,8	336,2	13,82	101	30,1
6	16,35	0,80	395,1	13,2	1,891	0,063	917,2	304,5	33,20	99	31,0
7	12,92	0,77	230,8	19,2	1,720	0,086	1010,0	186,5	18,46	88	11,8
8	18,03	0,74	760,2	76,0	3,591	0,359	4295,6	494,3	11,27	119	55,9
9	14,22	0,85	191,2	25,5	0,990	0,132	1281,7	7,0	0,54	85	16,0
10	24,63	0,76	920,5	15,3	4,330	0,073	1491,0	723,0	48,51	151	110,0
11	19,38	0,69	719,8	30,9	3,360	0,140	2384,2	774,7	32,57	123	44,0
12	16,02	0,69	645,6	53,8	3,024	0,252	3199,3	510,3	15,95	109	40,2
13	17,58	0,67	691,4	46,1	3,210	0,214	3034,1	729,1	24,03	118	49,6
14	14,92	0,85	221,7	18,6	1,092	0,091	1128,9	159,9	14,16	87	16,8
15	15,48	0,80	373,9	24,9	1,740	0,116	1442,6	196,1	13,60	89	25,4
16	17,05	0,83	465,2	31,4	2,235	0,149	1920,6	348,6	18,15	104	35,0
17	17,23	0,88	357,5	29,8	1,836	0,153	1516,4	25,0	1,65	91	24,6
18	13,55	0,87	173,4	12,9	0,915	0,063	702,7	55,7	7,93	90	18,8
19	14,00	0,81	238,0	16,0	1,170	0,078	825,5	32,3	3,91	89	17,0
20	14,65	0,79	258,0	10,3	2,450	0,049	633,8	117,5	18,53	88	16,0

Исп. Т - ко

1	21,62	0,83	574,9	47,8	2,796	0,238	2828,5	296,3	10,48	78	29,2
2	21,40	0,90	458,6	38,0	2,292	0,191	2400,0	482,3	20,09	77	30,0
3	24,61	0,74	1077,2	53,8	5,260	0,263	3965,5	1272,2	32,08	105	77,5
4	25,20	0,81	739,3	45,5	3,960	0,198	2483,3	374,1	11,03	100	47,6
5	17,58	0,76	743,5	63,7	3,552	0,296	3806,0	706,9	18,05	79	39,0
6	18,58	0,79	662,8	23,1	3,330	0,111	1874,0	707,7	37,76	79	50,0
7	18,11	0,89	338,4	28,2	2,860	0,143	1792,0	379,7	21,18	68	36,0
8	21,24	0,74	1202,3	120,2	5,630	0,565	7572,0	1560,9	22,06	96	75,0
9	12,89	0,86	222,6	29,7	1,140	0,148	1659,0	175,0	10,78	79	32,0
10	28,55	0,77	1213,3	20,8	5,340	0,089	2240,0	1139,2	50,86	127	94,0

ных упражнениях, дают для первой серии упражнений следующую картину.

Величина энергетических затрат во время работы на одно упражнение позволяет выделить на первое место упражнение № 8 (565, 408, 359 мал. кал.), в то время как упражнение № 10, дававшее наибольшие сдвиги в сердечно-сосудистой системе, характеризуется очень небольшим расходом энергии (89, 73 и 67 мал. кал. на 1 подскок).

Однако анализ этого явления не дает оснований считать его благоприятным. Графа 9 таблиц 1 и 2, демонстрирующая кислородный долг, создающийся в организме в результате проведения 50 упражнений, заставляет признать упражнение № 10, как и № 6 (бокс), более нагрузочным. Исходя из той предпосылки, что длительность выполнения 50 упражнений в данном случае является функцией его интенсивности, мы можем как показатель использовать и коэффициент кислородной задолженности (графа 10 сводных таблиц). По коэффициенту кислородной задолженности упражнение № 10 стоит на первом месте в ряду наиболее нагрузочных упражнений.

¹ Значение граф. см. табл. 1.

Так как разные упражнения проводились в различном, им свойственном, темпе, в силу чего общее время на выполнение 50 упражнений не одинаково для них, все же может возникнуть сомнение в достаточной четкости характеристики с помощью кислородного долга и, особенно, коэффициента кислородной задолженности. Кроме того обстоятельство, что в данном случае, как уже отмечалось выше, общая длительность является функцией интенсивности упражнения (скорости его выполнения), а, как известно, величина O_2 -долга больше зависит от последней, чем от длительности работ вообще, мы все же сочли необходимым дополнительно проанализировать это явление иным путем. Коэффициент кислородной задолженности, представляя отношение O_2 -долга к O_2 -запросу, очевидно, может резко меняться в зависимости от увеличения или уменьшения самого кислородного запроса, а последний в основном зависит от длительности работы. Дабы избежать этого влияния длительности, мы ниже приводим ряд цифр, представляющих процентное отношение O_2 -долга к кислороду, потребляемому организмом в 1 минуту и представляющему собой величину, характеризующую интенсивность окислительных процессов в их устойчивом состоянии („stady steat“) независимо от длительности самой работы.

ТАБЛИЦА 3

(По данным испыт. П-ра)

Упр. №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{O_2\text{-долг.}}{O_2\text{ употр. в 1'}}$. .	9,5	40,8	74,7	91,9	122,9	130,4	30,5	117,9	3,8	139,1

На основании морфолого-функционального анализа упражнений можно думать, что выполнение различных упражнений сопровождается неодинаковыми условиями легочной вентиляции и протекает при неодинаковом использовании O_2 -воздуха. Это предположение находит свое подтверждение в предложенном проф. Каганом ⁽¹⁾ коэффициенте — $\frac{V \text{ работы}}{O_2 \text{ работы}}$, который выявляет ряд упражнений, как гипервентиляционные: № 9 — коэффициент 4,80, № 1 — 3,05, № 4 — 3,08, № 7 — 2,97 и другие как упражнения с относительно малой легочной вентиляцией и значительно большим использованием O_2 (ср. графы 1 и 4 сводных таблиц), а именно: № 10 — 1,95, № 6 — 1,58, № 8 — 1,50 и № 5 — 1,77.

При ознакомлении с рис. 2, дающим сравнительную характеристику общего кислородного запроса для 50 упражнений серии ГТО, можно убедиться в том, что при выполнении подскоков (№ 10) и бокса (№ 6), общие требования, предъявляемые к организму, значительно меньше, чем при выполнении упражнения № 8, которое по напряженности мышечной деятельности, а тем самым и по кислородному запросу стоит неизмеримо выше всех упражнений 1-й серии ГТО.

Упражнение № 9 — дыхательное — создает в организме гипервентиляцию, характеризующуюся почти полным отсутствием после его выполнения кислородного долга и минимальным коэффициентом кислородной задолженности. По характеру процессов газообмена к упражнению № 9 примыкают упражнения № 1 и № 7, в которых, однако,

как уже указывалось, удельный вес мышечной деятельности значительно выше, а в связи с этим налицо условия возникновения небольшого кислородного долга, легко ликвидируемого организмом.

С точки зрения приведенной выше группировки упражнений нам кажется чрезвычайно интересным и рис. 3, в котором представлена динамика дыхательного коэффициента в реституционном периоде. Все кривые можно разделить на 3 типа: выпуклый, в котором величина RQ сначала резко нарастает, а затем снижается до абсциссы: вогнутый, где, наоборот, RQ сначала падает ниже средней величины и затем постепенно к ней возвращается; промежуточная группа, где постоянство этих характерных особенностей отметить не удастся. При дальнейшем разборе кривых оказывается, что „вогнутый“ тип их соответствует упражнениям 9, 2 и 7, а „выпуклый“ тип — упражнениям 10, 5, 6 и 8.

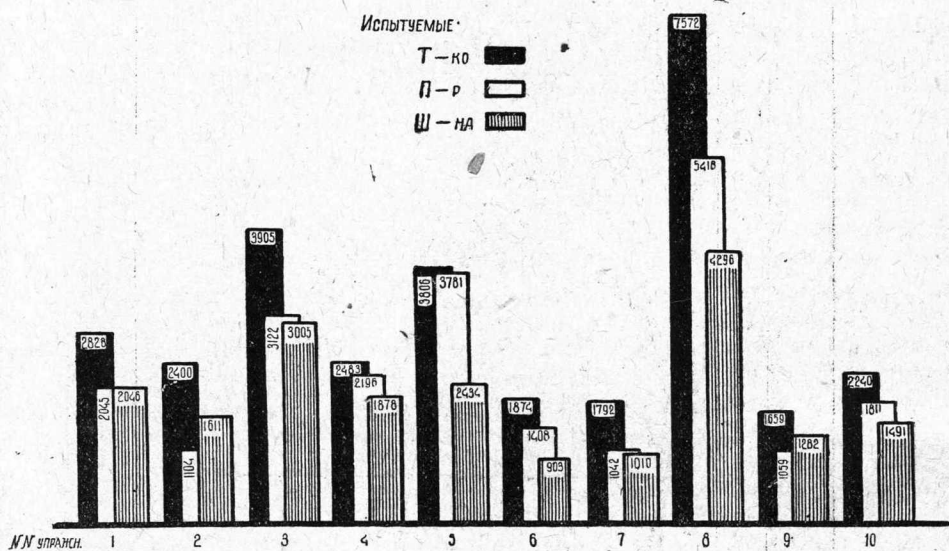


Рис. 2. Сравнительная характеристика упражнений комплекса ГТО по кислородному запросу на 50 упражнений.

Классические исследования школ Hill и Meyerhof позволяют интерпретировать эту динамику в восстановительном периоде при двух различных по типу кривой группах упражнений следующим образом: переход молочной кислоты в кровь, имеющий место при значительных нагрузках на организм, влечет за собой вытеснение CO_2 из бикарбонатов и, соответственно, увеличение RQ.

По реакции сердечно-сосудистой системы и величине кислородного долга лишь одно упражнение № 10 можно признать значительной нагрузкой для организма, однако и упражнение № 5 и даже № 6 дают значительное увеличение RQ реституции по сравнению с работой. Обратное явление мы наблюдаем при дыхательном упражнении № 9 и близких к нему упражнениях № 2 и № 7; достаточное поступление O_2 в кровь, возможность почти полного окисления образующейся молочной кислоты, свободная фиксация бикарбонатами крови излишка CO_2 , создают условия снижения RQ в первой фазе реституции и обуславливают „вогнутый“ тип кривой восстановительного дыхательного коэффициента. Наша интерпретация полученных данных целиком совпадает с наблюдениями Ефимова и Аршавского (2) и Simon-

соп⁽³⁾ над влиянием гипервентиляции на RQ восстановительного периода.

При ознакомлении с материалами, характеризующими газообменные данные для второй серии упражнений, можно с упражнением № 10

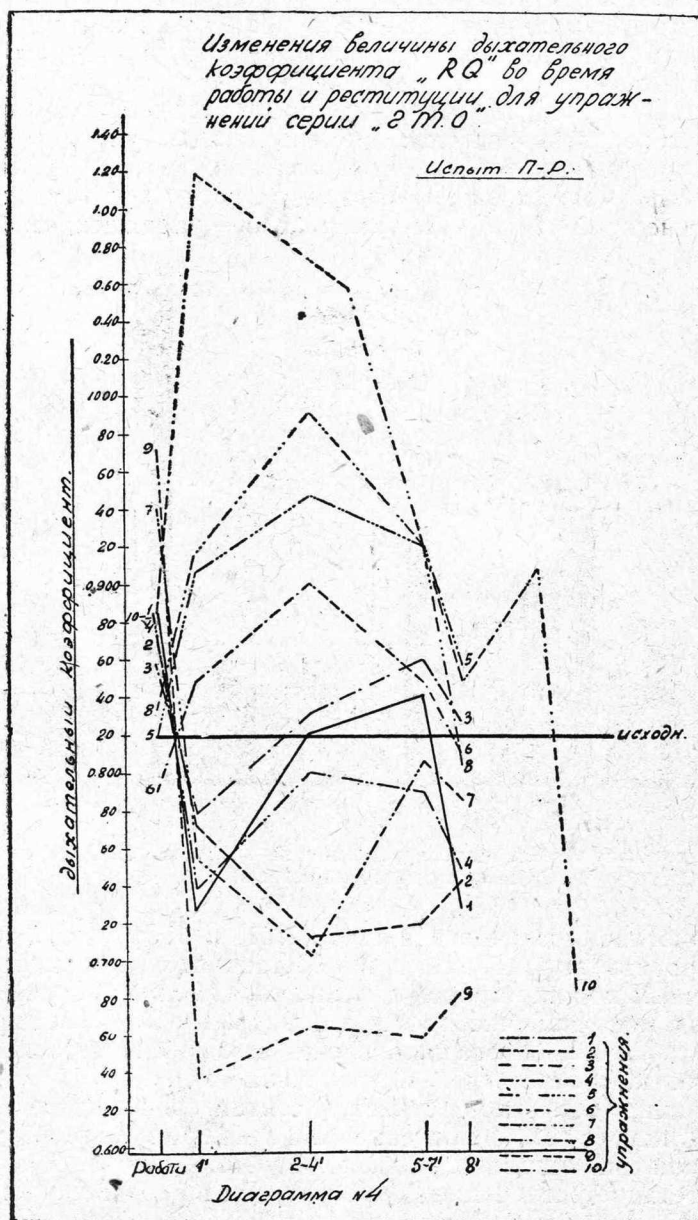


Рис. 3.

сравнить упражнение № 11 — наибольший коэффициент кислородной задолженности при средней величине общего кислородного запроса и относительно малой энергетической затрате на одно упражнение.

Упражнения № 12 и 13 можно сопоставить с упражнениями № 8 и № 3 серии ГТО, а остальные рассматривать как промежуточные вплоть до „гипервентиляционных“ — №№ 17, 19, 20, 14 и 18, с малым удельным весом мышечной деятельности.

Полученные данные по физиологической характеристике избранных нами для изучения наиболее распространенных физических упражнений, в сопоставлении с имеющимися литературными данными, позволяют прийти к следующим заключениям.

1) Физические упражнения („вольные движения“), как одно из звеньев физической культуры, не предъявляя в общем к организму очень высоких требований, вполне применимы в производственных условиях.

2) Мы присоединяемся ко второй части положения К л о ч к о в а и др. ⁽⁴⁾ о том, что „наиболее полноценными, с физиологической точки зрения, являются упражнения с невысоким расходом энергии, проводимые без задержки дыхания и с хорошей вентиляцией“, в отношении же первой части этого положения считаем, что критерием полноценности упражнения следует принимать в основном не величину расхода энергии, а относительную величину кислородного долга. Кроме того, мы полагаем, что одна лишь энергетическая оценка упражнений совершенно недостаточна, и только оценка, построенная на основе учета как показателей газообмена, так и состояния сердечно-сосудистой системы, может претендовать на большую или меньшую полноту.

3) В условиях производственного применения физических „вольных“ упражнений, с точки зрения физиологической оценки, могут быть рекомендованы упражнения, не вызывающие резких сдвигов в состоянии сердечно-сосудистой системы (частота пульса, кровяное давление), не сопровождающиеся затруднением дыхания и высокими коэффициентами кислородной и вентиляционной задолженности.

4) В разрезе этого положения упражнение № 10 (подскоки) следует исключить из производственной физкультурной практики и ограничить применение упражнений такого типа, как упражнение № 6 и № 3, допуская их в таких условиях производственной работы, которые связаны с длительным пребыванием в вынужденном положении, при работах с большим статическим компонентом и требующих малых энергетических затрат. Исключение подобных упражнений из применения их в производственных условиях повлечет за собой, нам кажется, и отсутствие необходимости в чисто дыхательных упражнениях (№ 9) ¹ и даст возможность в комплексах акцентировать упражнения типа номеров 1, 7, 4, 14 и т. д., вполне отвечающие вышеприведенным требованиям.

II

Второй раздел настоящей работы имел своей задачей определить воздействие на физиологическое состояние организма серий упражнений, так называемых комплексов упражнений, и по возможности выявить их различие в зависимости от характера входящих в них упражнений и порядка их расстановки. В отношении построения комплексов можно констатировать наличие двух, прямо противоположных в методическом отношении принципиальных установок:

¹ „Усиленные дыхательные движения, не сопровождаемые соответствующей мышечной нагрузкой, ведут к гипервентиляции, они излишни, неэкономны...“ — Волжинский, Ган и Крестовников ⁽⁵⁾.

а) Построение комплекса должно обеспечить постепенное нарастание активирующего воздействия упражнений вплоть до максимума, после которого резкое повышение жизнедеятельности организма более или менее быстро снижается одним-двумя „успокаивающими“ упражнениями или ходьбой.

б) Комплекс строится с таким расчетом, чтобы наиболее нагруженные упражнения находились внутри серии упражнений и чтобы кривая физиологической реакции на комплекс имела вершину посредине, с равными, приблизительно, отрезками нарастания и спадения физиологических сдвигов.

Кроме этих основных принципов построения комплексов по их „физиологической активности“ при составлении их имеется в виду и ряд других соображений:

а) равномерная „проработка“ всей мускулатуры;

б) „проработка“ определенных мышечных групп (в основном участвующих в рабочем процессе);

в) общая „проработка“ мускулатуры наряду с расслаблением определенных мышечных групп (непосредственно участвующих в рабочем процессе).

Все эти принципиальные методические положения находят свое отражение в практической физкультурной работе при построении комплексов, применяемых в производственных условиях с целью мобилизации трудовых ресурсов. Исходя из этого, в задачи нашего исследования и была включена физиологическая характеристика воздействия на организм различных по построению и содержанию комплексов, дабы при дальнейших исследованиях воздействия этих комплексов на работоспособность нам были достаточно известны реакции организма, вызываемые ими, как таковыми.

Исследованию подверглись 4 комплекса:

1) комплекс норм сдачи на значок ГТО с активационной вершиной в конце серии и общей „проработкой“ мускулатуры;

2) Комплекс „№ 2“, составленный из тех же упражнений, что и комплекс ГТО, но с активационной вершиной в середине серии;

3) Комплекс „№ 3“, состоящий из упражнений № 1, 15, 4, 8, 10, 3, 13, 6, 7, 9 (последовательно), с активационной вершиной в середине серии и акцентуацией „проработки“ мышц нижних конечностей;¹

4) Комплекс „№ 4“, состоящий из упражнений №№ 1, 6, 18, 11, 8, 16, 5, 7, 20, 17 (последовательно), с активационной вершиной в середине серии, с общей „проработкой“ мускулатуры и расслабляющими упражнениями для мышц нижних конечностей.¹

Испытуемыми в этом разделе исследований были те же два подопытных лица, что и в первом этапе работы: П-р и Ш-на, при следующей постановке экспериментов: после определения газообмена в покое и исходного пульса подопытные приступали к исполнению заданного комплекса с присущими каждому упражнению темпом, ритмом и количеством повторений. В это же время фракционно брались газообменные пробы в мешки Douglas отдельно для каждого упражнения и по окончании исследовался газообмен при реституции по фракциям — через 1', затем через 3', 2', 1' и пульс поминутно.

Всего II раздел охватывает 29 опытов.

При рассмотрении рис. 4 и табл. 4, в которых даны энергограммы комплексов для испытуемых П-ра и Ш-ной, можно констатировать следующее:

¹ Общая „проработка“ и расслабление мышц нижних конечностей были нами приняты для последующей проверки методических установок при изучении влияния комплексов на работоспособность при дозированной работе на эргометрическом велосипеде.

ТАБЛИЦА 4
„Энергограмма“ комплексов

Наим. комп- лексов	Энергетическая характеристика упражнений (в б. кал.)										Ходьба	Потреб- ление O ₂	Кисл. долг	Кисл. запрос.	Частота пульса	Проп. учаще- ния пульса
	Упр. 1	Упр. 2	Упр. 3	Упр. 4	Упр. 5	Упр. 6	Упр. 7	Упр. 8	Упр. 9	Упр. 10						
Исп. — П-р																
ГТО	1,483	0,762	1,335	1,538	1,352	1,062	1,675	2,452	1,896	4,877	5,970	3521,0	922,0	4443,0	83	44
№ 2	1,464	0,773	1,523	1,421	3,679	3,826	2,166	2,087	1,750	1,921	3,388	3828,6	639,2	4487,8	74	38
№ 3	1,353	1,538	1,326	1,433	5,098	2,752	2,669	2,044	1,630	1,774	2,552	3657,6	669,8	4327,4	59	6,0
№ 4	1,595	0,734	1,027	1,630	2,574	1,230	1,589	1,261	1,345	1,587	2,536	2281,1	122,2	2403,3	48	—
Исп. III — на																
ГТО	1,764	1,091	1,422	2,056	1,792	1,250	1,475	2,659	2,416	5,784	6,514	4219,2	618,7	4837,9	114	34
№ 2	1,588	0,938	1,235	1,283	6,302	3,966	1,744	1,826	1,718	1,638	2,659	3497,6	193,4	3691,2	84	8,0
№ 3	1,183	1,522	1,178	2,073	5,718	2,091	2,318	1,490	1,547	1,563	2,816	3072,7	218,4	3231,4	84	8,0
№ 4	2,249	0,790	1,044	1,204	2,740	1,501	1,553	1,280	1,454	1,759	2,546	2131,3	200,1	2331,4	84	10,6

а) Комплекс ГТО дает не совсем плавную кривую нарастания энергетической затраты в отдельных его звеньях — налицо три более или менее значительных ремиссии (упражнения №№ 2, 5—6, 9); после третьего снижения энергетической затраты (упражнение № 9) направление кривой резко меняется, давая большой подъем за счет упражнения № 10, и проба ходьбы энергетически еще выше, чем самое упражнение (наложение кислородного долга);

б) Комплекс № 2 дает энергограмму с вершиной в середине серии, кривая имеет лишь одну выраженную у обоих испытуемых ремиссию в начальной ее части (соответствующей структуре комплекса ГТО), проба ходьбы значительно меньше по энергетическим затратам, реституция у испытуемого П-ра наступает на 6', а у испытуемой Ш-ной уже на 4'.

Сравнивая между собой оба эти комплекса — ГТО и № 2, состоящие из одинакового числа однородных упражнений, но различно со-

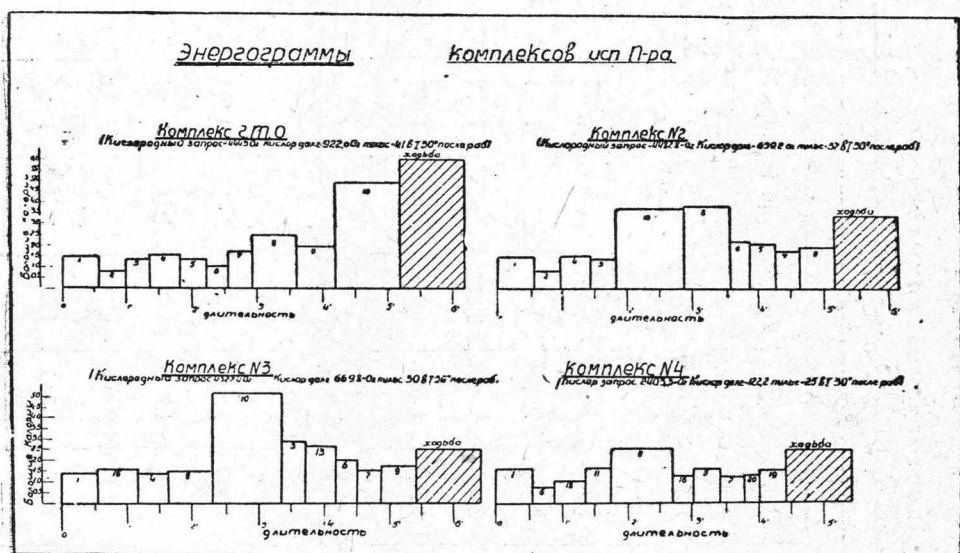


Рис. 4.

четанных в серии, можно прийти к заключению, что комплекс № 2 более физиологичен, что подтверждается, кроме изложенного, также и тем, что в то время как после комплекса ГТО имеется учащение пульса на 44% и 34%, после комплекса № 2 — соответственно — на 38% и 8%, кислородный долг после первого равен 992 см³ и 619 см³, после второго — соответственно — 639 см³ и 193 см³; коэффициент кислородной задолженности при комплексе ГТО 22,3% и 12,8%, при комплексе № 2 — 14,3% и 5,2%,¹ расход энергии во время ходьбы при втором комплексе ничем не отличается от обычных энергетических затрат на ходьбу (2,6—3,3 б. кал.), в то время как ходьба после комплекса ГТО представляется значительно отягощенной (5,9—6,5 б. кал.).

Обращаясь к энергограмме комплекса № 3, построенного по принципу срединной вершины, видно, что несмотря на то, что в составе этого комплекса имеются упражнения более нагрузочные (№ 15

¹ В виду того, что общее время выполнения комплексов одинаково, мы считали возможным сравнивать коэффициенты кислородной задолженности для различных комплексов.

и № 13), чем замененные ими из серии ГТО № 2 и № 5, все же по физиологическим сдвигам этот комплекс, как и комплекс № 2, со срединной активационной вершиной, представляется более физиологичным. Так, кислородный долг у испытуемого П-ра — 669 см^3 , у испытуемого Ш-ной — $218,4 \text{ см}^3$, коэффициент кислородной задолженности — $15,5\%$ — $9,4\%$, проба ходьбы — $2,5$ — $2,8$ б. кал., учащение пульса по окончании комплекса всего лишь на 6 — 8% .

Что же касается комплекса № 4, в котором имеются малонагрузочные упражнения на расслабление, то он по физиологическим сдвигам уступает по всем показателям первым трем.

ТАБЛИЦА 5

	О ₂ долг.	Коэффиц. кисл. задол.	% ускорен. пульса	Фракция ходьбы
I	922	22,3%	44	5,9 б. кал.
II	639	14,3	38	3,3 "
III	670	15,5	6	2,5 "
IV	122	—	—	2,5 "
и соответственно для испытуемой Ш-ной				
I	619	12,8	34	6,5 "
II	193	5,2	8	2,6 "
III	218	9,4	8	2,8 "
IV	200	8,6	10	2,5 "

Сопоставляя основные физиологические показатели по всем четырем комплексам для испытуемого П-ра (табл. 5), можно твердо констатировать, что срединно-вершинные комплексы более физиологичны, даже в том случае, если в такой комплекс входят упражнения более нагрузочные и что введение в комплекс упражнений на расслабление влечет, как видно из характеристики комплекса № 4 и присущей ему энергограммы, дальнейшее снижение физиологической интенсиивности такой серии упражнений.

Не лишенными интереса представляются и изменения физиологических характеристик упражнений при введении последних в комплекс, по сравнению с показателями при изолированном их выполнении. Если в комплексе одно нагрузочное упражнение, да еще при этом создающее в организме значительную задолженность, накладывается на подобное ему по тяжести, то последнее характеризуется очень значительными сдвигами. Так, например, упражнение № 8, характеризовавшееся затратой в 359 — 408 м. кал., будучи помещено в комплексе № 2, после упражнения № 10 дает энергетическую затрату в 638 — 661 м. кал., т. е. затрата на каждое упражнение увеличивается на 70% .

Таким образом сравнительная физиологическая характеристика разных по структуре и содержанию комплексов позволяет прийти к следующим заключениям:

1) Комплексы со срединной активационной вершиной можно признать безусловно более физиологичными, нежели комплексы с активационной вершиной в конце серии, и их-то следует рекомендовать для применения в условиях производственной физкультурной работы („зарядки“).

2) При построении комплексов следует иметь в виду наслоение физиологических сдвигов, вызываемых одними упражнениями, на последующие и с целью достижения относительной равномерности нарастания и угасания кривой необходимо оценивать каждое упражне-

ние с точки зрения соотношения в нем интенсивности мышечной деятельности с условиями дыхания.

3) Исходя из этого, мы считаем целесообразным чередование интенсивных нагрузочных упражнений с такими, в которых интенсивность мышечной деятельности не очень велика по сравнению с вентиляционными возможностями; причем это условие следует особенно выполнять во второй части комплекса, после активационной вершины.

Поступило в редакцию
12 июня 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. М. Каган и Каплан. Труды Всеукраинского ин-та патологии и гигиены труда, вып. 8. 2. Ефимов и Аршавский. Гигиена труда, № 5, 1929. 3. E. Simonson. Arbeitsphysiologie, Bd. 1, H. 2, 1928. 4. Клочков, Серкин и др. Теория и практика физкультуры № 1. 1931. 5. Волжинский, Ган и Крестовников. Русск. физиолог. журнал. 1930. № 2.

PHYSIOLOGISCHE ANALYSE DER LEIBESÜBUNGEN UND IHRE WIRKUNG AUF DIE ARBEITSFÄHIGKEIT

I Mitteilung

Von S. A. Brandis, Z. D. Gorkin, M. J. Gorkin
unter Beteiligung von A. S. Posner

Aus der Physiologischen Sektion des Allukrainischen Instituts für Arbeitspathologie und Hygiene (Vorstand — Prof. E. M. Kagan)

1. Die Leibesübungen (Freie Bewegungen), welche im allgemeinen keine hohen Forderungen an den Organismus stellen, sind unter Betriebsbedingungen in vollem Masse anwendbar.

2. Unter Bedingungen der Betriebsanwendung von freien Leibesübungen können Uebungen empfohlen werden, welche keine starken Verschiebungen im Zustand des Herz-Gefässsystems (Pulsfrequenz, Blutdruck) hervorrufen und sich durch Atmungsbeschwerden und hohe Koeffizienten der Sauerstoff — und Ventilationsverschuldung nicht auszeichnen.

3. Komplexe mit einer mittelständigen Aktivierungsspitze können ohne Zweifel für physiologisch günstiger erklärt werden, als die Komplexe mit einer Aktivierungsspitze am Ende der Serie; sie müssen unter Bedingungen der Betriebsleibesübungen empfohlen werden.

4. Bei der Zusammenstellung der Komplexe kann man die Aufschichtung der physiologischen Verschiebungen im Auge behalten, welche durch die vorhergehenden Uebungen auf die nachfolgenden ausgeübt werden; um eine relative Gleichmässigkeit des An- und Abstiegs der Kurve zu erhalten, muss man jede Uebung von Standpunkt des gegenseitigen Verhältnisses der Intensität der Muskeltätigkeit und der Atmungsbedingungen bewerten.

5. Von diesem Standpunkt aus halten wir es für zweckmässig, intensive Belastungsübungen mit solchen abzuwechseln, in welchen die Intensität der Muskeltätigkeit im Vergleich zu den Ventilationsmöglichkeiten nicht allzu gross ist, wobei diese Bedingungen besonders im zweiten Teil des Komplexes nach der Erhaltung der Aktivierungsspitze, erfüllt werden müssen.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Сообщение II. Влияние физических упражнений на работоспособность

С. А. Брандис, З. Д. Горкин и М. Я. Горкин

Сектор физиологии труда Всеукраинского института патологии и гигиены труда
(зав. — засл. проф. Э. М. Каган)

Первая часть настоящей работы имела своей задачей дать сравнительную характеристику физиологических сдвигов, вызываемых в организме различными, наиболее типичными упражнениями и изучить воздействие на организм этих упражнений, комплексированных в различно построенные серии.

Дальнейшие исследования, излагаемые в данном сообщении, представляют собой попытку учета влияния на работоспособность комплексов упражнений типа „зарядки“ и упражнений, применяемых в форме физкультпауз.

Критическая оценка накопившегося за последнее время (1930—1933 гг.) литературного опыта по вопросам изучения эффективности физкультурно-производственных мероприятий, внедряемых в производственный процесс, ряд докладов на конференциях (Всеукраинской и Всесоюзной в 1933 г.) по вопросам производственной физкультуры, обнаружили „узкие“ места как в методике применения физкультурно-производственных мероприятий и форм их внедрения в производственный процесс, так и в оценке полученной эффективности.

Учитывая ряд непреодолимых трудностей постановки исследовательской работы в производственных условиях в смысле возможности элиминирования из сложного трудового комплекса в реальной обстановке завода, цеха, агрегата, отдельных компонентов его составляющих, мы вынуждены были, для изучения влияния физических упражнений на работоспособность, прибегнуть к методу лабораторных исследований. Только лаборатория, несмотря на всю искусственность ее обстановки, дает возможность из ряда составляющих общего трудового комплекса элиминировать интересующий нас фактор и только это может нам позволить объективно подойти к изучению его (фактора) воздействия на работоспособность. На основе этих исследований и сравнительного анализа полученных данных с результатами исследований в производстве, опубликованных в литературе и отдельных докладах, становится возможной попытка выявить значимость воздействия физупражнений на работоспособность организма, их место и удельный вес в сложном вопросе о влиянии физкультурно-производственных мероприятий на производительность труда.

Как наиболее точно измеряемая работа, нами была избрана „езда“ на эргометрическом велосипеде, дающая возможность точного учета выполненной работы в килограмметрах.

Однако, участие в этой работе лишь мышц нижних конечностей, максимальный автоматизм, развивающийся в периоде тренировки, желание по возможности приблизить характер работы к некоторым видам ручного труда и ряд других соображений подсказали нам необходимость наряду с эргометрическим велосипедом избрать другие виды работ.

Таким образом, вопрос о воздействии физических упражнений на работоспособность изучался нами на 3 видах работ:

1) эргометрический велосипед („езда“),

2) перекладывание кирпичей,

3) верчение ручки (велосипедная передача без добавочного сопротивления), в которых принимали участие 4 подопытных лица: двое указанных в первом сообщении — Ш-на и Т-ко и два других — М-т и Ер-к.

1. Изучение влияния „зарядки“ на работоспособность¹

А. Работа на эргометрическом велосипеде („езда“)

Этот тип работы был нами избран, как указывалось уже выше, как наиболее точно поддающийся учету по величине выполненной механической работы в килограммометрах. Постановка опыта была такова: после 40—50-минутного отдыха лежа и 10-минутного сидения у подопытного лица исследовались исходные данные — газообмен в покое, пульс и кровяное давление (к. д.); затем испытуемый садился на велосипед и начинал работу, во время которой каждую минуту учитывалась сделанная им работа в кг/м; по минутно в первые 10 минут, затем на 16, 21, 28, 29 и 30 минутах брались газообменные пробы и подсчитывался пульс, по окончании работы исследовался восстановительный период по всем показателям.

Подопытными были П-р и Ш-на, но, к сожалению, мы располагаем лишь данными Ш-ной, так как П-р, пройдя длительную тренировку и часть опытов, вследствие болезни лишил нас возможности исследований при его участии влияния зарядок.

При изучении влияния на работоспособность упражнений типа зарядки, мы задались целью не только, вообще, определить значение зарядовых упражнений, но и дать отдельную характеристику влияния на работоспособность зарядок, построенных по различным принципам:

а) равномерная „проработка“ всей мускулатуры;

б) акцентуация „проработки“ мышц, участвующих в рабочем процессе;

в) акцентуация расслабления мышц, на которые падает основная нагрузка;

г) комплексы со срединной активационной вершиной;

д) комплексы с активационной вершиной в конце серии.

Представителями таких комплексов были нами избраны, описанные и изученные во втором разделе I сообщения, комплексы:

1) ГТО — отвечающий требованиям §§ „а“ и „д“,

2) № 3 — „ „ §§ „б“ и „г“,

3) № 4 — „ „ §§ „в“ и „г“.

Табл. 1 и рис. 1 дают представление о динамике производительности работы на эрговелосипеде по периодам в 5 минут при работе с предварительным применением физической зарядки и без таковой.

ТАБЛИЦА 1

Производительность работы на эрговелосипеде после предварительной зарядки и без нее (в кг/м).

Испыт. Ш-на

Наименование комплексов	Количество кг/м в каждые пять минут							%
	1—5	6—10	11—15	16—20	21—26	26—30	Всего	
ГТО	3486	3425	3585	3559	3553	3592	21200	100,78
№ 3	3446	3574	3623	3550	3394	3460	21047	100,05
№ 4	3462	3475	3430	3395	3400	3305	20467	97,3
Без физич. зарядки	3411	3476	3505	3530	3555	3559	21036	100,00

¹ Этот раздел работы охватывает 92 опыта с 1376 газоанализами.

Разбирая эти данные, мы можем констатировать следующее: упражнения до начала работы являются моментом, в известной степени активирующим работоспособность организма, влияние на которую выявляется в наших опытах для всех видов зарядки в первые 5 минут работы. Однако вторые 5 минут уже дают различные данные для разных комплексов; так, после комплекса ГТО во вторые 5 минут наблюдается снижение производительности, которое, вероятно, объясняется тем, что, если самые упражнения как бы сокращают период вработываемости, то все же во вторые 5 минут сказывается влияние построения этого комплекса с активационной вершиной в конце серии, более высоким кислородным долгом и частым пульсом, по сравнению с комплексами № 3 и 4. Комплекс же № 3 дает равномерное увеличение производительности первой половины работы и затем лишь ее спадение. Суммарная работа дает увеличение для комплексов ГТО и № 3 — 0,78% и 0,05% и некоторое снижение для комплекса № 4.

В общем можно констатировать, что четкой разницы во влиянии на суммарную продуктивность работы различно построенных комплек-

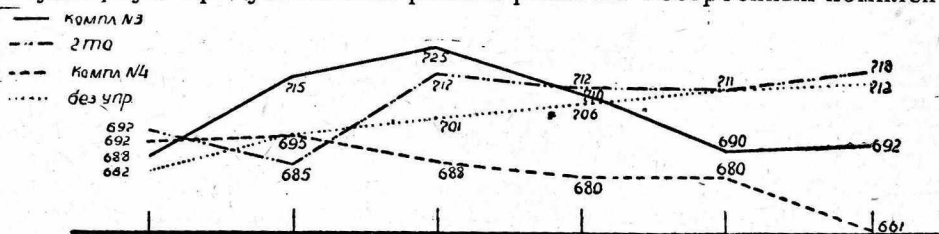


Рис. 1.

сов обнаружить для данного вида работы не удалось, да и вообще повышение продуктивности после зарядки по сравнению с контрольными опытами очень невелико, и лишь первые 5 минут и, в известной мере, вторые 5 мин. позволяют дифференцировать опыты с предварительной зарядкой от опытов без нее.

ТАБЛИЦА 2

Расход энергии (в 1 мин. в бол. кал.) при работе на эрговелосипеде после предварительной зарядки и без нее.

Испыт. III-па

Наименование комплексов	Средняя затрата энергии в каждые пять минут						Общая средняя затрата энергии
	I	II	III ¹	IV	V	VI	
ГТО	5,433	5,606	—	6,372	6,364	6,114	5,978
№ 3	5,411	6,156	—	6,417	6,360	6,034	6,076
№ 4	5,675	6,152	—	6,343	6,558	6,069	6,179
Без физич. зарядки	5,344	5,743	—	6,429	6,111	6,263	5,978

Сопоставление показателей продуктивности работы с физиологическими функциями точно так же не дает никаких особенностей для опытов с зарядкой по сравнению с контрольными опытами (без зарядки). Так, затрата энергии на единицу времени (показатель интенсивности), как и расчет на единицу выработки почти не отличаются между собой для различных вариантов опытов (табл. 2 и 3).

Мы не приводим здесь материала по данным исследований сердечно-сосудистой системы, так как все показатели настолько стабильны для различных вариантов опытов, что обсуждение их теряет значение. Достаточно, например, указать, что пределы колебаний в

¹ Не определялась.

ТАБЛИЦА 3

Расход энергии на 1 кг/м (в мал. кал.) при работе на эрговелосипеде после предварительной зарядки и без нее

Наименование комплексов	Средний расход энергии в каждые пять минут						Общая средняя затрата энергии
	I	II	III ¹	IV	V	VI	
ГТО	7,72	8,15	—	9,10	9,34	9,44	8,75
№ 3	7,66	8,70	—	9,14	8,95	8,72	8,63
№ 4	8,19	8,86	—	9,70	10,50	9,06	9,26
Без физич. зарядки	7,54	8,22	—	8,90	8,55	8,66	8,37

процентах учащения пульса во время работы колеблются от 100 до 105%, а время восстановления для всех вариантов — 20 минут, с отклонениями в длительности до 5%.

Резюмируя вышеизложенное, мы можем установить, что в наших опытах мы не получили четкой разницы во влиянии не только принципиально различно построенных комплексов на работоспособность, но, вообще, влияние их на суммарную продуктивность работы при данном ее виде настолько незначительно (0,78—0,05% увеличения), что едва ли заслуживает внимания; лишь непосредственное влияние на „вработываемость“ в течение первых 5 минут „езды“ на велосипеде выявляется более или менее рельефно.

Б. Работа по перекладыванию кирпичей

Полученные результаты описанной серии опытов с лишь намечавшейся тенденцией влияния на начальную работоспособность зарядовых комплексов, естественно, поставили перед нами вопрос: не является ли это следствием особенностей избранного нами типа работы, — типа, характеризующегося значительной тяжестью и интенсивностью работы организма (5—7 спец. калорий в 1 мин., пульс до 140—150 в 1 мин.), динамическим ее характером с очень небольшим компонентом статического напряжения, полным автоматизмом, не требующим дифференциации восприятий и участия интеллектуальных функций и, наконец, характером работы, связанной с относительно свободным положением тела.

Отсутствие положительного влияния зарядки на работоспособность можно было рассматривать, как результат специфики данного вида работы, которая, в силу ярко выраженной своей динамичности, уже в начальном периоде является как бы самозарядкой. С другой стороны, интенсивность и тяжесть работы, сочетаясь с максимальным автоматизмом, могут явиться факторами, поглощающими активизирующее воздействие зарядовых упражнений.

Эти предпосылки и послужили основанием для проверки воздействия зарядовых комплексов на другом типе работы и предприняли самый выбор такой работы, которая была бы лишена описанных особенностей и в которой были бы выпячены моменты противоположного характера: значительный статический компонент, наличие вынужденности положения тела, относительно небольшая тяжесть работы и предъявление работающему требований дифференциальной нервно-психической деятельности.

¹ Не определялся.

Таким видом работы было избрано перекладывание кирпичей, которое, наряду с ответом на поставленные требования, позволяло вести точный учет продуктивности работы в желаемые отрезки времени по количеству переложенных кирпичей.

Работа заключалась в перекладывании кирпичей с одной доски на другую. Доски находились на расстоянии 0,5 м одна от другой на высоте 0,5 м от пола и имели длину 4,5 м, что давало возможность укладывать в ряд 50 кирпичей. Самая укладка кирпичей производилась согласно данной перед работой каждый раз новой инструкции, определявшей, если можно так выразиться, тип выкладываемой „конструкции“. Так, если в одном случае часть кирпичей в определенной перемежающейся последовательности укладывалась своим длинником параллельно длиннику доски, а другая — наоборот, перпендикулярно ему, то количество и последовательность укладки „параллельных“ и „перпендикулярных“ кирпичей в следующем опыте изменялись и это давало возможность варьирования способа работы.

Таким образом указанная работа в значительной мере отвечала предъявленным к ней требованиям: вынужденность положения тела (полусогнувшись над доской), значительный статический компонент (удерживание кирпича — 3,8 кг при переносе его с одной доски на другую), средняя по тяжести нагрузка (2—3 специфических калории в одну минуту), участие высших психических функций (запоминание инструкции, внимание при выполнении работы), возможность учета продуктивности по количеству переложенных кирпичей.

Описываемый этап работы проводился при участии 2 подопытных лиц — Т-ко и М-та, прошедших предварительную тренировку в его выполнении.

Опытный режим был следующий: работа длилась 1,5 часа; каждые 5 минут учитывалось количество переложенных кирпичей согласно предварительной инструкции; перед началом работы в обычном порядке исследовались основные физиологические функции — газообмен, пульс, кровяное давление, после чего проводилась зарядка, и подопытный приступал к работе, во время которой у него вначале поминутно брались газообмен и пульс (3 мин.), затем пробы брались на 26—30 мин., 56—60 мин. и поминутно 3 последние минуты работы; по окончании работы исследовался восстановительный период.

Преследуя и в данном разделе работы, наряду с выявлением общего влияния на работоспособность зарядовых упражнений; определение значимости принципов построения комплексов зарядки, мы применяли общий комплекс ГТО (общая „проработка“ мускулатуры) и составленные нами комплекс № 5 (упражнения №№ 18, 1, 3, 11, 8, 12, 5, 6, 2, 9 последовательно) и комплекс № 6 (упражнения №№ 1, 7, 5, 8, 12, 14, 17, 20, 9).¹

Кроме всех перечисленных условий, нами в этом и последующих этапах работы был применен метод прогрессивно-премиальной оплаты успешности работы, который заключался в том, что для подопытного устанавливалась „норма выработки“ за 1,5 часа и превышение ее оплачивалось в порядке прогрессивной сдельщины, а ошибки в конструкции выкладки расценивались как „брак“ и снижали материальный доход подопытного. Это мероприятие было нами предпринято для большей заинтересованности работающего, для придания этой общественно-неполезной работе, каковой она является *per se*, известной целенаправленности и смысла.

ТАБЛИЦА 4

Сравнительная характеристика продуктивности работы по укладке кирпичей с применением зарядки и без нее (по получасам)

Испыт.	Наименование комплексов	I	II	III	Сумма	%
Т-ко	Без зарядки	824	810	811	2445	100,00
	ГТО	829	800	828	2457	100,49
	№ 5	831	831	838	2500	102,25
	№ 6	848	822	814	2484	101,58
М-т	Без зарядки	991	1015	991	2997	100,00
	ГТО	1023	1023	1007	3053	101,88
	№ 5	1031	1044	1003	3078	102,70
	№ 6	1009	956	998	2957	98,67

¹ Описание и физиологическую характеристику отдельных упражнений см. сообщение 1.

Таблица 4, составленная по получасовым периодам продуктивности работы обоих подопытных, показывает различия между применением зарядок и контрольными опытами, с одной стороны, и различия между отдельными видами зарядок — с другой. Первое, что можно констатировать, — это наличие увеличения продуктивности работы при применении зарядки по сравнению с опытами без таковой. Увеличение суммарной продуктивности работы после зарядок вообще невелико и не превышает 2,25% для одного и 2,70% для другого испытуемого. Сравнивая между собой по влиянию на продуктивность работы различно сконструированные комплексы упражнений, можно убедиться в том, что наиболее эффективным из них для обоих испытуемых является комплекс № 5. Комплекс ГТО, направленный на вовлечение в работу всей мускулатуры, оказывает значительно меньшее влияние на повышение продуктивности, а зарядка № 6 в одном случае (исп. М-т) дает даже снижение продуктивности работы. Интересным является снижение продуктивности после зарядки ГТО у испыт. Т-ко во втором полчасе, которое напоминает собой ту тенденцию к падению продуктивности, какую мы наблюдали после некоторого повышения ее в опытах с эргометрическим велосипедом у испыт. Ш-ной. И при этом виде работы сказывается как бы последствие на работоспособность величины кислородного долга и значительного сдвига в состоянии сердечно-сосудистой системы, являющегося результатом проведения комплекса с активационной вершиной в конце серии упражнений.

ТАБЛИЦА 5

Расход энергии (в мал. кал.) на 1 кирпич при применении зарядки и без нее

Испыт.	Наименов. комплекса	Средний расход энергии на 1 кирпич			
		по получасам			Средний расход за все время
		I	II	III	
Т-ко	Без зарядки. . . .	72,6	63,1	57,2	64,3
	ГТО	93,1	80,8	77,0	86,0
	№ 5	63,2	61,5	55,6	60,1
	№ 6	63,8	68,9	65,7	66,1
М-т	Без зарядки. . . .	59,3	54,9	56,4	56,9
	ГТО	73,8	51,6	41,5	55,6
	№ 5	64,7	49,9	49,5	54,7
	№ 6	56,1	57,2	49,1	54,1

Это накладывание кислородного долга на последующий расход энергии особенно хорошо видно из табл. 5 и 6, на которых представлен, рассчитанный на единицу продукции (5) и на единицу времени (6), расход энергии при различных вариантах опытов. Первая графа обеих таблиц отчетливо демонстрирует более высокие цифры расхода энергии у обоих подопытных после проведения комплекса ГТО по сравнению с остальными вариантами опытов. Беря же средние показатели расхода энергии за весь период работы, можно убедиться в том, что лишь у одного из испытуемых это увеличение при комплексе ГТО дает себя знать на протяжении всей работы, у другого же испытуемого (М-та) мы видим, как во вторые полчаса

повышение сходит нанет и даже превращается в свою противоположность в третьи полчаса работы, давая общую среднюю цифру расхода энергии не выше остальных вариантов.

ТАБЛИЦА 6

Расход энергии (в бол. кал.) в 1 минуту при укладке кирпича с зарядкой и без нее

Испыт.	Наименов. комплекса	Средний расход в 1 минуту			
		п о п о л у ч а с а м			Средний расход за все время
		I	II	III	
Т-ко	Без зарядки. . . .	1,979	1,718	1,507	1,735
	ГТО	2,340	2,141	2,120	2,200
	№ 5	1,764	1,743	1,651	1,719
	№ 6	1,811	1,863	1,666	1,780
М-т	Без зарядки. . . .	2,000	1,854	1,904	1,919
	ГТО	2,588	1,796	1,300	1,895
	№ 5	2,241	1,789	1,787	1,939
	№ 6	2,075	2,220	1,837	2,044

Данные исследования функции кровообращения (табл. 7) говорят о том, что при данном типе работы к сердечно-сосудистой системе предъявляются небольшие требования, так как в результате полуторачасовой работы мы получили у одного из испытуемых — Т-ко —, менее физически развитого, — лишь небольшое увеличение частоты пульса (до 27%) и незначительное увеличение максимального кровяного давления и амплитуды (до 22%). Какой-либо значительной разницы в показателях при применении различных вариантов зарядки обнаружить нам не удалось, да и заметного различия между „зарядковыми“ и контрольными опытами также нельзя отметить.

ТАБЛИЦА 7

Изменения пульса и кровяного давления после работы с применением зарядки и без нее.

Испыт. Т-ко

Наименование комплексов	Время исследова- ния	Пульс за 10 сек.	Кровяное давление		
			Макс.	Миним.	Амплит.
ГТО	Покой	11,5	112	85	27
	Работа	14	118	85	33
№ 5	Покой	10,5	108	83	25
	Работа	13	110	83	27
№ 6	Покой	12	112	83	29
	Работа	13	115	86	29
Без зарядки	Покой	11	108	82	26
	Работа	14	115	85	30

* * *

*

Подходя к суммарной оценке вышеизложенных данных о влиянии физкультурзарядки на работоспособность организма, следует попытаться ответить на такие вопросы:

1. Каково физиологическое значение физкультурзарядки для последующей работы?

2. Следует ли дифференцированно рассматривать применение физкультурзарядки для различных видов трудовой деятельности и в какую сторону должно направлять эту дифференциацию зарядовых упражнений?

3. Как следует себе представлять роль и место физкультурзарядки в общем комплексе средств, мобилизующих трудовые ресурсы работающих?

Большое количество наблюдений и специальных исследований над влиянием разнообразных физических упражнений на организм говорят о полезности тренировки. Так Негхштейг в недавно изданной монографии (1), давая литературный обзор по вопросу о влиянии физической тренировки на сердечно-сосудистую систему и ряд своих наблюдений, приводит очень интересные данные по уменьшению у тренированных лиц частоты пульса, увеличению *Minutenvolumen* и повышению работоспособности. Автор приводит примером этого предложение В. Campbell — использовать число пульсовых ударов в покое в сочетании с весом тела и жизненной емкостью как тест для суждения о физической работоспособности. Точно также трактует вопросы физической тренировки и Bainbridge (2), который подчеркивает значение параллельного с увеличением мышечной силы развития легких и сердца и объясняет значение этих изменений „не только тем, что они увеличивают кислородный резерв легких, но и тем, что увеличивают поверхность, представляемую легочными капиллярами альвеолярному воздуху, повышая этим коэффициент диффузии“. Кроме этих благоприятных изменений в сердечно-сосудистой системе, дыхательном аппарате и мышечной системе, нам известен также ряд данных, говорящих о сдвигах под влиянием тренировки в морфологии и химизме крови (увеличение эритроцитов и гемоглобина и повышение щелочных резервов).

Во время наших исследований мы могли также наблюдать чрезвычайно интересное явление.

Опыты по изучению отдельных упражнений (см. сообщ. 1) ставились нами таким образом: испытуемый в течение часа отдыхал лежа, затем 10 минут сидя, после чего у него исследовались пульс, кровяное давление и газообмен покоя; по получении данных покоя, испытуемый проделывал заданное упражнение, после которого регистрировались восстановительные показатели; по окончании исследования восстановительного периода, длившегося 10—15 минут, испытуемый отдыхал лежа 30—40 минут и после 10-минутного последующего сидения у него вновь исследовались показатели покоя и приступали к опыту со следующим упражнением. Таких опытов с длительными интервалами отдыха мы проводили 3—4 в день.

Просматривая затем характеристики состояний покоя, мы почти во всех случаях могли отметить большее или меньшее снижение частоты пульса от опыта к опыту, газообмен же либо оставался стабильным, либо несколько повышался. Приводим средние цифры из 14 дней для испыт. П-ра и 10 опытных дней для испыт. Т-ко (табл. 8).

ТАБЛ. 8

Время исследования	Частота пульса		Расход энергии в бол. кал.	
	Исп. П-р	Исп. Т-о	Исп. П-р	Исп. Т-о
Покой перед первым опытом	57,0	58,2	1,235	1,360
Покой перед вторым опытом	56,1	57,0	1,144	1,393
Покой перед третьим опытом	55,1	55,8	1,216	1,406

Приведенные в таблице цифры показывают, что даже в пределах одного и того же дня тренировка в физической работе может благоприятно сказаться на состоянии организма, ибо, как можно было уже убедиться из изложенного выше, урежение пульса является симптомом благоприятным в условиях нормального физиологического отправления функций организма.

Однако, если это значение физкультуры и, в частности, физических упражнений, как следует из литературных данных и наших опытных наблюдений, достаточно велико при систематическом проведении упражнений изо дня в день в порядке так сказать „хронического“ воздействия, то „острое“ влияние на непосредственно следующую за упражнениями работу, как показали наши опыты, относительно очень невелико, и считать физкультзарядку своего рода „физиологическим допингом“ нет оснований.

Наши опыты показали, что комплекс ГТО, в котором максимум нагрузки приходится на конец серий упражнений, дает после кратковременного повышения некоторое снижение продуктивности работы, которое в последующем выравнивается. Кроме того, энергетическая кривая работы после этого комплекса приобретает ту особенность, что начало ее более высоко, чем все последующие точки. В данном случае очевидно наложение на последующую работу того значительного „долга“, который характеризует „конечно-вершинный“ комплекс (см. сообщ. 1). Таким образом, здесь подтвердилось то положение, которое было нами уже высказано в первой части нашей работы. Наши исследования однако не дают нам оснований констатировать значение таких моментов для последующей работоспособности, как вовлечение в работу той или иной группы мышц, или дифференцировать воздействие упражнений на расслабление от других видов их. Можно считать, что если построение комплекса в отношении нахождения вершины нагрузки, а *eo ipso* и того состояния организма („долг“ etc.), с которым он вступает в работу, имеет известное значение, то выбор характера упражнений должен диктоваться общей системой последовательности физической тренировки.

При обсуждении значения построения комплекса (вершина нагрузки) и характера входящих в него упражнений мы уже коснулись ответа на второй вопрос о дифференцированном подходе при применении физкультзарядки в производстве. Пытаясь осветить этот вопрос, мы не можем не упомянуть об исследованиях З. И. Чучмарева⁽³⁾, который изучал влияние уроков физкультуры на работоспособность и психологические функции школьников и обнаружил понижение внимания, мышления и обобщения и повышение „способности управления собой“. Не входя в критический разбор упомянутых исследований, следует все же отметить, что они указывают на известную тенденцию снижения продуктивности работы „умственного типа“ после физических упражнений. Результаты наших исследований, опыты Чучмарева и ряд других литературных данных говорят о том, что:

1) если мы имеем работу с преобладанием участия высших психонервных функций, зарядка должна строиться по срединно-вершинному типу с малым удельным весом нагрузочных упражнений;

2) если перед нами работа „физического типа“ с высоким расходом энергии — зарядка должна иметь срединную активационную вершину с преобладанием более или менее нагрузочных упражнений;

3) если мы имеем дело с физической же работой с небольшим расходом энергии, зарядка может строиться по конечно-вершинному признаку со смешанным составом упражнений в смысле их активирующего воздействия на организм.

Подходя, наконец, к третьему намеченному нами вопросу о роли и месте физкультурзарядки в общем комплексе активирующих мероприятий, следует отметить, что уже выше была высказана мысль о том, что считать зарядку своеобразным физиологическим допингом у нас нет оснований. Физзарядка на производстве, как и весь комплекс физкультурмероприятий, представляя собой метод воздействия на коллектив, является в первую очередь фактором влияния социально-психологическим и культурным. Только в таком понимании, не отнимая, конечно, у физических упражнений их специфического биологического значения, мы можем подходить к этому средству мобилизации трудовых ресурсов трудящегося коллектива.

2. Изучение влияния на работоспособность физкультурпауз¹

Ряд недавно опубликованных работ по изучению эффективности введения физкультурмероприятий в производственный трудовой процесс имели объектом своих исследований именно физкультурпаузу — вид активного отдыха, когда рабочий сменяет свою привычную профессиональную нервно-мышечную деятельность не на пассивное бездеятельное состояние, а на новый вид деятельности — физические упражнения (Герценштейн, Гольдберг, Зак и Кожанов, Крестовников).

Вопрос об активном использовании пауз во время работы вообще не нов. Еще Сеченов интересовался разницей воздействия на нервно-мышечной прибор активного и пассивного отдыха. Можно только сказать, что вопрос об активном отдыхе в наше время обновлен, он вновь поставлен в поле зрения исследователей-физиологов труда и поставлен в виде широкой и серьезной проблемы — проблемы качества отдыха.

Подойдя к выяснению влияния физических упражнений на работоспособность, мы, естественно, не могли не остановиться, наряду с комплексами зарядовых упражнений, применяемых перед работой, и на вопросе воздействия на продуктивность работы и физиологические функции организма и тех упражнений, которые вкраплены в самый трудовой процесс — так называемые физкультурминутки.

Если зарядовые комплексы упражнений можно рассматривать как установочные, имеющие своей задачей поднять жизнедеятельность организма перед работой, нарушить состояние его нерабочей инертности, сократить период вработываемости, способствовать созданию „формы“, то упражнения, вводимые в самый трудовой процесс, являющиеся сменной формой деятельности организма, имеют в основном своей целью изменить однообразие нервно-мышечной деятельности, нарушить длительное статическое напряжение при вынужденных положениях, улучшить функции кровообращения, одним словом ввести известный физиологически активный корректив в функциональную деятельность работающего организма.

Такая целенаправленность физкультурпауз видоизменяет само собой и количественно и качественно комплекс упражнений „физкульт-

¹ Этот этап работы охватывает 71 опыт с 1081 газоанализами по Haldane.

минутки" по сравнению с зарядкой. Физкультпауза кратковременна, следовательно, не столь насыщена упражнениями: их дается 4—5 видов, самые упражнения отличаются меньшей нагрузочностью, преобладают упражнения с относительно малым участием мышечной деятельности, упражнения строятся в основном по типу дыхательных, полудыхательных и расслабляющих, и лишь для общей гармонии комплекса дается упражнение более или менее активное.

Изучение воздействия физкультпауз на работоспособность проводилось нами на 3 видах работ: 1) „езде“ на эргометрическом велосипеде, при участии 3 испытуемых — Ш-ной, М-та и Е-ка, 2) при перекладывании кирпичей и 3) верчении ручки, с участием в этих двух видах работы подопытных Т-ко и М-та. Для всех видов работ ставились 2 серии опытов: с физическими упражнениями в интервалах между работой и контрольные с пассивным отдыхом (сидя), той же длительности, что и физкультпаузы¹.

А. Физкультпаузы при работе на эргометрическом велосипеде

В данной серии опытов — „езде на велосипеде“ — принимали участие кроме испытуемой Ш-ной, подопытные М-т и Е-к, хорошо тренированные в данном виде работы, но совершенно незнакомые с физупражнениями, для более или менее „чистого“ выполнения которых они прошли у нас предварительную подготовку.

Постановка опытов была следующая: работа длилась 60 минут с 2 интервалами по 3 минуты через каждые 20 минут работы. Эти интервалы либо предоставлялись испытуемому для пассивного отдыха, либо испытуемые проделывали соответствующие упражнения, согласно инструкции.

До работы исследовались газообмен и пульс покоя, по окончании — восстановительный период.

Рабочие пробы газообмена брались на 1—5 минутах и 15, 19—20 минутах каждого периода; учет продуктивности работы в кг/м проводился по-минутно во все время работы.

Физкультпауза последовательно состояла из упражнений: № 14 („потягивание“), 20 („расслабление для ног“), 12 („винт“) и 18 („наклон“).

В табл. 9 и 10 представлены полученные нами данные (средние) для этой серии опытов.

ТАБЛИЦА 9

Продуктивность работы на эрговелосипеде в кг/м с упражнениями во время пауз (фкп) и без них

Период работы	Каждые 20 минут						Всего за 1 ч. раб.	
	I		II		III			
Испыту- емые	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп
Ш-на	11240	11341	11404	11659	11306	11298	33950	34298
	100%	100%	+1,5%	+2,7%	+0,6%	—0,4%		
М-т	14910	14487	15396	15145	14869	15156	45175	44788
	100%	100%	+3,3%	+4,5%	—0,3%	+4,7%		
Е-к	13496	13698	13618	14026	13658	13846	40772	41570
	100%	100%	+0,9%	+2,4%	+1,2%	+1,8%		

¹ Постановку этих исследований в лабораторной обстановке мы базировали на тех же соображениях, которые предпосылали исследованиям зарядовых упражнений (см. выше).

Если продуктивность первого 20-минутного периода каждой серии опытов принять за исходную величину, то мы можем убедиться из таблицы 9, что физкультпауза для всех подопытных лиц во втором рабочем периоде дает положительный результат.

Для 3-го рабочего периода воздействие физкультпаузы для разных подопытных неодинаково. Заслуживающим интереса мы считаем следующий момент: если сопоставить физическое развитие наших подопытных с изменением продуктивности работы в 3-м периоде, то можно между ними констатировать прямую зависимость:

	II период	III период
Испыт. III-на слабейшая из всех	+ 1,2%	- 1% ¹
„ Е-к — средний	+ 1,3%	+ 0,6%
„ М-т — „сильнейший из всех	+ 1,2%	+ 5%

Отсюда вытекает возможное объяснение меньшей эффективности 2-й физкультпаузы по сравнению с первой: значительная тяжесть работы (около 5 спец. калорий в 1 мин.), особенно сказывающаяся в 3-м периоде работы, снижает благоприятное воздействие активного отдыха, и физкультпауза дает полный эффект лишь у испытуемого, М-та, на которого, благодаря его значительному физическому развитию, 40-минутная предыдущая работа не оказывает столь утомляющего действия и оставляет, так сказать, „поле действия“ для физупражнений.

Что касается сдвигов газообмена и сердечной деятельности (таблица 10), то они дают лишь очень незначительное превалирование в затрате энергии у испытуемой III-ной и Е-ка — в опытах с физкультпаузами (на 4—5%), причем следует отметить, что в основном это увеличение падает на первые минуты работы после физкультпауз, вообще же можно констатировать что работа на эрговелосипеде при всей ее нагрузочности дает весьма стабильное „Stady steat“, степень физиологических сдвигов находится в прямой и очень тесной зависимости от интенсивности работы испытуемого.

ТАБЛИЦА 10

Физиологические показатели при паузах с упражнениями (фкп) и без них (езда на эргометрическом велосипеде)

Испытуемые	III-на		М-т		Е-к	
	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп
Ср. затрата энерг. в б. к. в 1 мин. .	4,678	4,860	5,470	5,213	4,532	4,867
Ср. проп. учащения пульса	85,3	88,3	85,8	84,5	70,5	65,9

Б. Физкультпауза при перекладывании кирпичей

Поскольку, как мы отмечали выше, физкультпаузы в значительной степени играют роль физиологически активного корректива, который должен преимущественно сопровождать работы, связанные с длительным вынужденным положением и значительным статическим компо-

¹ Процентная разница между увеличением продуктивности в контрольном опыте и с упражнениями.

нением, естественно представляло интерес выяснить их воздействие при втором типе работы — перекладывании кирпичей, использованном нами в предыдущем разделе исследований.

Постановка опытов отличалась в этой серии лишь большей длительностью периодов работы — 30' вместо 20'.

Физкультпауза состояла последовательно из упражнений №№ 18, 11, 7 и 14.

Испытуемыми в этой серии опытов были Т-ко и М-т.

ТАБЛИЦА 11

Продуктивность работы по перекладыванию кирпичей (в штуках) с физкультпаузами (фкп) и без упражнений

Периоды работы	Продуктивность работы по получасам						Всего За 1,5 часа	
	I		II		III			
Испытуем.	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп
Т-ко	1008 100%	971 100%	1014 + 0,6%	989 + 1,8%	993 — 1,5%	983 + 1,2%	3015	2943
М-т	1028 100%	1178 100%	1052 + 2,3%	1216 + 3,2%	1031 + 0,3%	1215 + 3,1%	3111	3609

Динамика затраты энергии у обоих испытуемых, представленная в табл. 12, позволяет констатировать следующее: затрата энергии на единицу времени у испыт. Т-ко почти не отличается при различных вариантах опытов (1,899 — 1,875 бол. кал.), затрата же на единицу выработки для опытов с упражнениями несколько меньше: у испыт. М-та мы имеем вообще большие цифры затраты энергии в единицу времени (1,978 — 2,293), что объясняется, вероятно, большей интенсивностью его работы, по сравнению с Т-ко, и если при различных вариантах у Т-ко мы имели почти одинаковую затрату энергии, то М-т дает нам для опытов с физупражнениями увеличение затраты в 1 мин. на 16% при увеличении продуктивности работы в этом же варианте на те же 16%.

Мы не приводим здесь данных о сердечно-сосудистой системе, так как отклонения в различных вариантах исследований настолько малы, да и вообще сдвиги, вызываемые этим типом работы, настолько незначительны, что не могут представлять большого интереса.

ТАБЛИЦА 12

Расход энергии в 1 мин. (в бол. кал.) и на 1 уложенный кирпич (мал. кал.) при паузах с упражнениями (фкп) и без них

Испыт.	Периоды работы	I		II		III		Ср. за работу	
		Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп	Без упр.	С фкп
Т-ко	Б. кал. в 1 мин.	1,865	1,829	1,904	1,932	1,919	1,865	1,899	1,875
	М. кал. на 1 кирп.	55,7	56,7	60,7	56,9	57,6	55,9	58,0	56,5
М-т	Б. кал. в 1 мин.	2,000	2,066	1,866	2,458	1,904	2,356	1,978	2,293
	М. кал. на 1 кирп.	59,3	55,7	55,0	57,9	56,4	58,1	56,9	57,2

В. Физкультпаузы при верчении ручки

Для более детального ознакомления со значением физкультпауз и эффективности их воздействия на работоспособность в зависимости от различного характера выполняемой работы, влияние физкультпауз было нами проверено еще и на 3-м типе работы — верчении ручки.

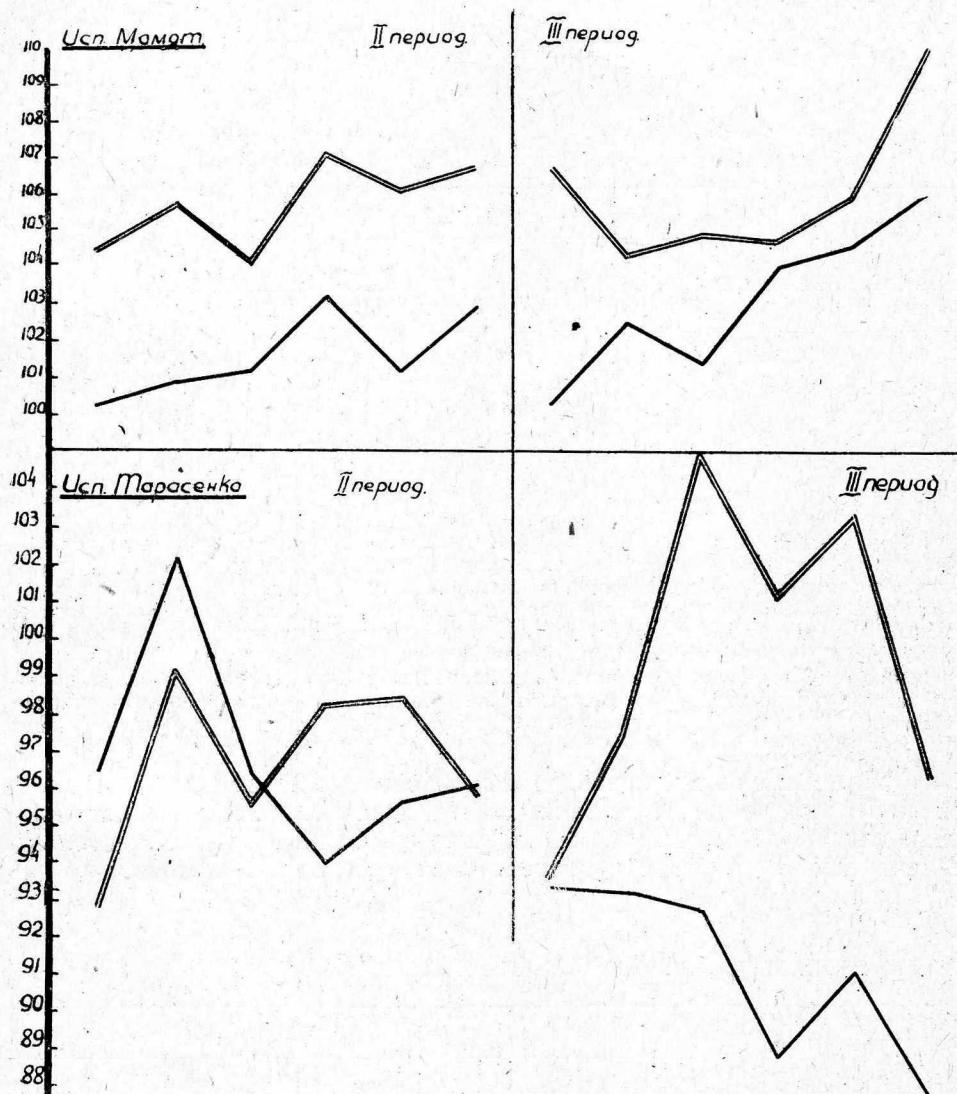


Рис. 2.

Производительность периодов работы после пауз. — без упржн. — с упржн. по отношению к производительности I периода в процентах за каждые 5 минут. (Работа по верчению ручки эрговелосипеда.)

Работа состояла в том, что испытуемый, сидя на стуле со спинкой, вращал рукоятку, привинченную к передаточной шестерне велосипеда, приводя в движение заднее его колесо, причем ход колеса оставался холостым (ток, идущий в электромагниты тормозящего диска Krogh'овского велосипеда не включался, и работающий преодолевал лишь инерцию передаточной шестерни, цепи и заднего колеса).

Постановка опыта целиком повторяла таковую при исследованиях с перекладыванием кирпича и принимали участие в опытах те же подопытные лица — Т-ко и М-т.

Таким образом, мы имели перед собой работу, в которой были черты „езды на велосипеде“ — динамичность работы, автоматизированность движений, отсутствие дифференциальной нервно-психической деятельности — и особенности работы по перекладыванию кирпича — длительное вынужденное положение, статическое напряжение мелких мышц кисти и предплечья правой руки. Однако, ко всем этим особенностям предъявлялись более низкие требования, чем при первых двух типах работ.

При рассмотрении рис. 2 мы можем убедиться в том, что у испыт. М-та оба периода работы (II и III) в отношении продуктивности проходят на более высоком уровне после пауз с упражнениями, чем после пассивного отдыха. У испыт. Т-ко второй период после физкультпаузы мало отличается по продуктивности от того же после отдыха сидя, но III период представляет резкую разницу для различных вариантов постановки опыта.

Мы не приводим здесь материала, характеризующего продуктивность по периодам работы, так как представленный рис. 2 нам кажется достаточно наглядным, а данные сдвигов в газообмене и сердечно-сосудистой системе настолько мало характерны и в столь значительной мере повторяют картину предыдущих видов работ, что не могут претендовать на специальное сосредоточение на них внимания.

* *
* *

Подходя к общей оценке полученных нами данных при исследовании воздействия физкультпауз, как одной из форм использования отдыха, мы должны попытаться ответить на следующие вопросы:

1. Каково влияние активного отдыха, используемого в форме физкультпауз, и как различается эффективность такого использования в зависимости от характера выполняемой работы?

2. Как изменяются физиологические функции работающего организма в зависимости от введения упражнений в рабочие паузы и как можно трактовать значение физкультпауз для функциональной деятельности и общей экономики организма?

Рассматривая данные продуктивности работы для всех ее видов у всех подопытных и сравнивая ее с продуктивностью в контрольных опытах, где отдых использовался пассивно, мы можем установить, что за небольшим исключением (III период езды на велосипеде испыт. III-ной) физкультпауза дает повышение продуктивности работы.

Нижеприводимое сопоставление для всех подопытных лиц средних процентных повышений продуктивности работы при различных ее типах иллюстрирует сказанное:

ТАБЛИЦА 13

Процентные разницы II и III периодов работы по сравнению с контрольными опытами без упражнений (составлено по таблицам 9 и 11 и рис. 2)

Тип работы	II период работы				III период работы			
	III-на	М-т	Т-ко	Ер-к	III-на	М-т	Т-ко	Ер-к
„Езда“ на велосипеде	+ 1,2	+ 1,2	—	+ 1,5	— 1,0	+ 5,0	—	+ 0,6
Перекладывание кирпичей	—	+ 0,9	+ 1,2	—	—	+ 2,8	+ 2,7	—

Приведенные в этой таблице цифры указывают, что различные типы работ дают различную эффективность влияния физкультпауз. Так тяжелая динамическая работа (эрговелосипед) в III периоде снижает активирующее воздействие упражнений (наиболее резко у более слабых физически субъектов), в то время как два другие вида работы дают максимум эффекта в более поздней стадии работы, когда начинают особенно сказываться длительное вынужденное положение и значительный статический компонент работы.

Что же касается исследованных нами физиологических функций работавших (газообмен, сердечно-сосудистая система), мы можем сказать, что никаких значительных особенностей, которые отличали бы опыты с физкультпаузами от опытов с пассивным отдыхом, нам наблюдать не удалось. Наоборот, мы можем констатировать, что исследованные нами функции отличались значительной стабильностью в различных вариантах опытов, давая отклонения в ту и другую сторону в пределах 5—10%. И это-то последнее обстоятельство, кажется нам, приобретает особенный интерес. Казалось бы, что активный отдых, связанный с дополнительной затратой энергии и добавочной нагрузкой на сердце по сравнению с состоянием относительного покоя, должен был бы дать более резкие сдвиги в такой серии опытов.

Ряд литературных данных об интимных координаторных процессах в организме указывают пути уяснения этой стабильности исследованных нами функций, а также повышения общей работоспособности организма.

Так, например, еще в 1924 г. в одной из своих лекций по мышечной физиологии. Hill (4), анализируя ряд исследований и приводя данные Baгg и Himwich о насыщении венозной крови, оттекающей от разных мышц во время работы, говорит: „Следовательно, в этом смысле можно отдыхать руками от работы, произведенной ногами!“ Это положение приобретает, нам кажется, особое значение для физкультпауз при тех видах работ, которые связаны со значительным статическим напряжением в аспекте данных Lindhardt об условиях кровоснабжения и связанных с ним процессов окисления в работающих мышцах. Правда, ряд исследований показал, что концепция Lindhardt не при всех условиях применима для трактовки физиологических процессов, связанных со статическими формами работы, но в известных условиях длительности и интенсивности она не теряет своего значения.

Однако, не только в пределах „мышечной физиологии“ позволительно искать объяснение повышению работоспособности при применении активного отдыха. Детальный анализ в тщательно поставленной работе М. Е. Маршак а „О влиянии активного отдыха на работоспособность человека“ показывает, что большое значение в этом вопросе играет центральная нервная система.

Можно полагать, что в реальных условиях производства это „острое“ действие физкультпаузы, как активного отдыха, сочетается с еще гораздо более мощными социально-психологическими и эмоциональными воздействиями, результатом чего и является повышение производительности труда, значительно перекрывающее тот процент повышения продуктивности работы, который наблюдается в условиях лабораторных исследований.

Резюмируя все вышеизложенное о влиянии физических упражнений на работоспособность, мы можем прийти к следующим выводам:

1. Физические упражнения, применяемые как зарядовые комплексы, нельзя рассматривать как своего рода физиологический допинг; лишь в порядке систематического применения они могут способствовать повышению работоспособности организма; значительное повышение производительности труда в реальных производственных условиях, наблюдаемое при внедрении физкультуры в промышленность, в первую очередь объясняется факторами социально-психологического и организационного порядка.

2. С точки зрения обоснования методики построения комплексов можно считать, что лишь структура комплекса в смысле расположения активационной вершины может иметь значение; выбор самих упражнений (тонизирующих или расслабляющих) должен диктоваться не столько характером производственной работы, сколько системой постепенно нарастающей тренировки.

3. Физкультпаузы, как форма активного отдыха, имеют преимущество перед пассивным отдыхом при применении их в условиях работы с длительным вынужденным положением, большим статическим компонентом; тяжелая же динамическая работа является значительно менее благоприятным объектом для применения физкультпауз.

Поступило в редакцию
12 июня 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Herxheimer, Grundriss d. Sportmedizin. Leipzig, 1933 г. — 2. Бейнбридж. Физиология мышечной деятельности. Рус. пер. Госиздат, 1927. — 3. Чучмарев. Труды Укр. психоневрол. ин-та, т. 11. — 4. Гилл. Работа мышц. Рус. пер. Госиздат, 1929 г. — 5. Маршак. Физкультура и соцстроит. № 10/11. 1932 г.

PHYSIOLOGISCHE ANALYSE DER LEIBESÜBUNGEN UND DIE WIRKUNG DERSELBEN AUF DIE ARBEITSFÄHIGKEIT

Von S. A. Brandis, Z. D. Gorkin und M. J. Gorkin

Aus der Sektion für Arbeitsphysiologie des Allukrainischen Instituts für Arbeitspatologie und Hygiene (Vorstand — Prof. E. M. Kagan)

1. Die als Ladungskomplexe verwendeten Leibesübungen können nicht als physiologischer „Dopping“ aufgefasst werden; nur bei systematischer Verwendung können sie die Erhöhung der Arbeitsfähigkeit des Organismus befördern: die bedeutende Erhöhung der Arbeitsleistungen unter reellen Betriebsbedingungen, welche bei der Einführung von Leibesübungen in die Industrie beobachtet wird, lässt sich vor allem durch sozial-psychologische und Organisationsfaktoren erklären.

2. Vom Standpunkt der Begründung der Methodik des Aufbaues der Komplexe kann man annehmen, dass die Struktur des Komplexes im Sinne der Anordnung der Aktivierungsspitze allein von Bedeutung sein kann; die Auswahl von tonisierenden oder abschwächenden Uebungen muss nicht in sofern durch den Charakter der Arbeit, in wiefern durch das System der allmählich progressierenden Uebung bedingt werden.

3. Die Pausen zwischen den Uebungen, als eine Form des aktiven Ausruhens, haben einen Vorzug vor dem passiven Ausruhen bei der Anwendung derselben in Arbeitsbedingungen mit dauernder gezwungener Stellung, — einer grossen statischen Komponente; die schwere dynamische Arbeit ist dagegen ein viel weniger günstiges Objekt für die Anwendung von Pausen zwischen den Leibesübungen.

О РИНОПНЕВМОМЕТРИЧЕСКОМ ПОКАЗАТЕЛЕ ПРИ СОСТЯЗАНИЯХ В БЕГЕ НА БОЛЬШУЮ ДИСТАНЦИЮ

Н. Лозанов

Из физиологической лаборатории (зав.—проф. А. Н. Крестовников) Ленинградск. гос. научно-исслед. института физической культуры

Вопросы дыхания являются весьма важными в физиологии физической культуры. Дыхательная функция оказывает влияние на работу всех систем организма, что особенно выступает при значительном психо-физическом напряжении. Наблюдения из практики с несомненностью указывают, что в зависимости от характера дыхания (частоты, глубины, ритмичности, соотношения длительности отдельных фаз) даже в пределах произвольной регулировки физкультурник может как проиграть, так и выиграть чрезвычайно много.

В этом отношении глубоко интересны наблюдения А. Durig. Сравнивая свои горные переходы, он констатирует, что первый переход — 22-часовой (в продолжение дня 3 раза прошел вверх и вниз вершину Ракс и 2 раза пересек ее) — при некультивированном, ротовом дыхании дал расширение легочных границ и опущение диафрагмы, которые прошли только через несколько дней; другой переход — 26-часовой, сделанный им через 20 дней при длине пути 65 км с подъемом на высоту 5500 м, значительно более тяжелый по условиям — остался без каких-либо вредных влияний. Автор приписывает этот успех глубокому носовому дыханию с замедлением инспирации и форсированным выдохом, который практиковался им при втором переходе.

Несомненно, частота, глубина, ритмичность и соотношение длительности фаз дыхания должны играть большую роль. Дыхательные экскурсии, изменяя внутригрудное давление, оказывают влияние на сердечную деятельность.

Задачей настоящей работы было проследить роль носового и ротового типов дыхания при значительном психофизическом напряжении, а также изучить влияние этого напряжения на воздушную проходимость носа. Этот вопрос как в ринологической, так и физкультурной литературе не получил еще достаточного освещения.

Материалом для настоящей работы послужили наблюдения над бегунами на большие дистанции. Влияние на организм такого рода состязаний изучалось Институтом физической культуры имени Лесгафта на протяжении нескольких лет (А. Н. Крестовников и др.).

Важное значение воздушной проходимости носа известно в медицине очень давно. Но только сравнительно недавно, с развитием носовой хирургии, в руках ринологов появилось много неоспоримых фактов, говорящих о большой и положительной роли носового дыхания. Крупнейшая заслуга в этой области принадлежит школе проф. М. Ф. Цытовича, давшей целый ряд клинических и экспериментальных работ, устанавливающих функциональную связь носа с отдельными системами: пищеварительной, кровяной, сердечно-сосудистой, нервной и генитальной.

Методика. Вопрос о вентиляции носа при дыхании не нов. Описан ряд специальных приборов, носящих название рино-анеометров или риноспирометров (Lion-Dortmund, Ундриц, Schulte).

С целью достижения возможной простоты и удобства измерения носового дыхания я воспользовался принципом определения давления дыхательной струи на стенку трубки, через которую дышал испытуемый. Трубка имела длину в 20 см и ширину просвета в 1 см. Две стеклянные трубки (для правой и левой ноздри) оплавлялись резиной и вставлялись в нос. На расстоянии 4 см от носа каждая трубка имела ответвление, куда включался водяной манометр. Резиновые наконечники точно соответствовали ширине ноздри, и дыхательная струя целиком проходила через трубку (рис. 1). При дыхании уровень воды в манометрах совершал экскурсии, о величине которых можно было

судить по миллиметровой шкале или по кимограмме, пользуясь обычным приспособлением для передачи колебаний манометра на закопченную ленту.

Пользуясь этой методикой, мы изучали носовое дыхание у студентов Института физической культуры и бегунов, участников 28-километрового состязания „Красной газеты“.

1. С целью проверки методики, выяснения влияния некоторых фармакологических агентов, а также температурных колебаний вдыхаемого воздуха, нами было отобрано из состава студентов Института физической культуры 15 человек, обследованных в оторино-ларингологическом отношении. Это были мужчины и женщины 20 — 25-летнего возраста. Сюда вошли: 1) лица без каких-либо выраженных отклонений от нормы со стороны верхних дыхательных путей и 2) лица с

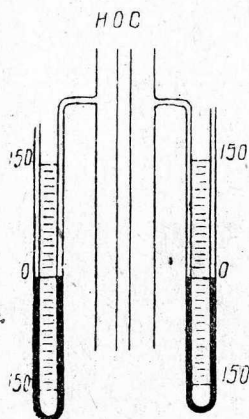


Рис. 1.

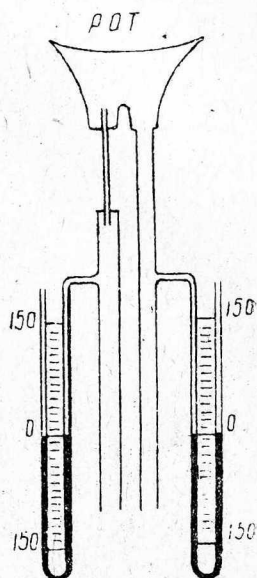


Рис. 2.

периодическим закладыванием то одной, то другой половины носа, происходящей вследствие набухаемости носовых раковин.

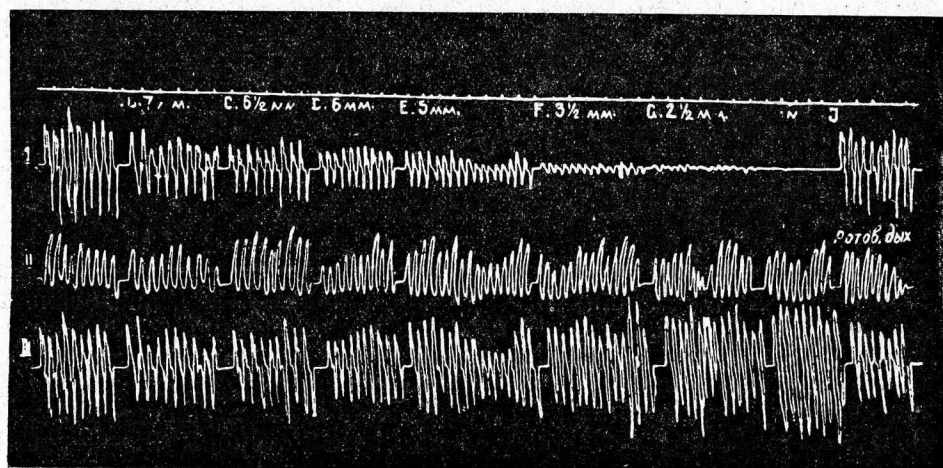


Рис. 3. Опыт с прибором, изображенным на рис. 2. Верхняя линия — 10-секундн. отсчетчик времени. I. Правая половина прибора A, B, C, D, E, F, G, H — поочередное введение трубок просветом в 10, 7, 6½, 6, 5, 3½ и 1 миллиметр. S — суживающая трубка удалена — свободное ротовое дыхание. II экскурсии грудной клетки (пневмограф Marey). III. Левая половина прибора.

Случаи выраженных дистрофий слизистой оболочки, гнойные риниты и случаи подозрительные на поражение придаточных полостей носа, а также искривления носовой перегородки нами исключались.

Всего нами было поставлено около 80 опытов с записью 60 кимограмм. Не приводя описания всех опытов во избежание повторений, мы ограничимся изложением их результатов по группам.

При первых же опытах мы заметили, что почти всегда кривые дыхания правой и левой половины носа не одинаковы в отношении высоты размахов колебаний манометра. Связывая это с неодинаковой шириной носовых ходов справа и слева, мы задались целью проследить: как влияет искусственное строго определенное сужение входного дыхательного отверстия на показания нашего прибора. Для этого мы оба конца стеклянных трубок, предназначенных для вставления в нос, включили в маску, плотно примыкающую к раскрытому рту испытуемого. В этом случае обе трубки, естественно, находились под общим давлением, и кривые получались совершенно тождественные.

Для создания сужения мы пользовались набором прямых стеклянных трубок длиной в 10 см и просветом от 10 до 1 мм. Эти трубки мы включали по очереди то в одну, то в обе половины прибора между маской и концом, предназначенным для вставления в нос

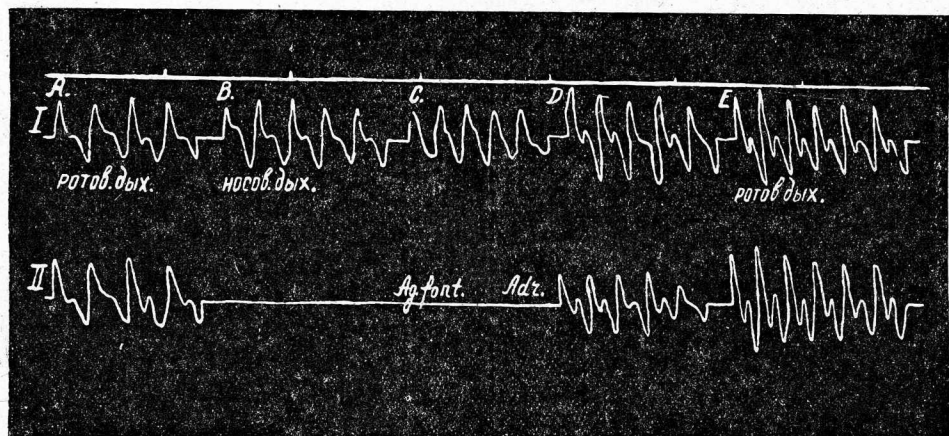


Рис. 4. Прибор № 1 с присоединением маски из прибора № 2 для контроля. Верхняя линия — отметчик времени (15 сек). I — правая половина, II — левая половина. АВ — ротовое дыхание через маску для контроля; ВС — носовое дыхание (маска выключена). Левая половина носа не дает колебаний манометра. С — введение воды в левую половину носа; D — введение адреналина в левую половину носа. Е — ротовое дыхание через маску (контроль).

(рис. 2). Таким образом воздушная струя, например экспираторная, прежде чем попасть в прибор, встречала сопротивление, аналогичное тому, которое она встречает в естественных условиях при прохождении из носоглоточного пространства в носовые выходы. Из рис. 3 видно, что сужение дыхательного отверстия в правой половине ведет к постепенному падению размахов колебаний манометра справа (I кривая). В то же время размахи колебаний с левой стороны (III — нижняя кривая) компенсаторно возрастают, так как левая половина постепенно берет на себя работу правой. Дыхательные экскурсии грудной клетки (кривая II) заметно не изменяются.

С целью проследить, как отражается на показаниях нашего прибора расширение носовых ходов в результате спазма сосудов (раздражения п. sympathici), мы пользовались адреналином. Ватой, смоченной адреналином, мы смазывали слизистую оболочку носа по нижнему и среднему носовым ходам, расходуя таким образом не более 5—8 капель раствора адреналина 1:1000. Для исключения роли неизбежно происходящего при этом некоторого массажа слизистой оболочки, мы

производили такое же смазывание носа ватой, смоченной водой. Из рис. 4 видно, что левая половина носа (II) была почти непроходима для воздуха и не вызвала колебаний манометра, т. е. сопротивление может быть приравнено к сопротивлению трубки просветом в 1 мм — после воздействия воды разницы в проходимости носа нет; после адrenaлина проходимость левой половины носа сразу заметно возрастает: появляются значительные размахи колебаний манометра. При подобного рода опытах мы заметили, что действие адrenaлина отражается не только на той половине, куда он вводится, но и на другой. В виду того, что затекание адrenaлина не имело здесь места, а наблюдаемое явление повторялось — нами был поставлен ряд специальных опытов. Рис. 5 показывает, что в том случае, где левая половина носа (II) слабо дышала и главная струя воздуха шла через правую половину носа (верхняя кривая) — воздействие адrenaлина на правую по-

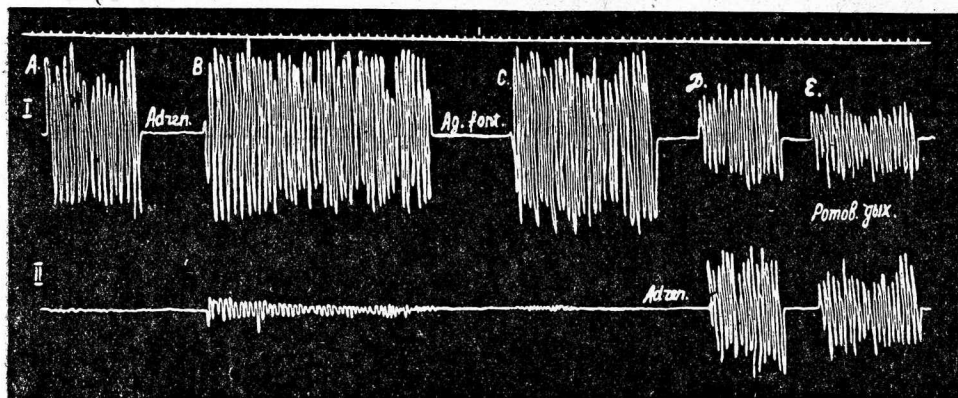


Рис. 5. Постановка опыта аналогична предыдущим. Верхняя линия — отметчик времени (10 сек). I — правая половина носа, II — левая половина носа. А — носовое дыхание. Левая половина носа почти не дает колебаний манометра. В — адrenaлин, введенный в правую половину носа, вызвал расширение носовых ходов слева. С — введение ад. font. эффекта не дало. Д — адrenaлин, введенный в левую половину носа, вызвал значительное расширение носовых ходов слева. Е — ротовое дыхание через маску (контроль).

ловину (В) дало расширение носовых ходов слева. Такое расширение носовых ходов было незначительно, держалось недолго. Контрольное воздействие воды (С) не дало такого эффекта. Адrenaлин, введенный в левую половину носа, сразу вызвал значительное расширение носовых ходов, что отразилось и на правой половине, так как воздушная струя стала делиться пополам.

Исходя из того положения, что раздражение ствола шейного симпатического нерва отражается только на той же стороне носа и следовательно вазомоторы разделены для правой и левой половины носа (Ундриц) — следует допустить рефлекторную передачу раздражения на другую сторону. Думать о проникновении адrenaлина в другую половину носа по кровеносным и лимфатическим путям едва ли возможно, так как эффект наблюдается на другой стороне слишком быстро для этого.

Кокаин (10% раствор) мы применяли таким же образом, как и адrenaлин. Во всех случаях получалось такое же расширение носовых ходов, как в только-что описанных опытах с адrenaлином.

С целью проследить, как влияет температура вдыхаемого воздуха на проходимость носа, мы давали для дыхания холодный (-10°) и горячий воздух ($+55^{\circ}$). Результаты одного из опытов изображены на рис. 6. Вдыхание горячего воздуха левой половиной носа (III—В) вызывает некоторое расширение носовых ходов. Вдыхание холодного воздуха (III—С)—вызывает заметное сужение. Повторное вдыхание горячего воздуха (III—Д) и опять холодного (III—Е) производит тот же эффект. Правой половиной носа за все время опыта производилось дыхание комнатным воздухом; на этой стороне отмечалось увеличение размахов колебаний манометра.

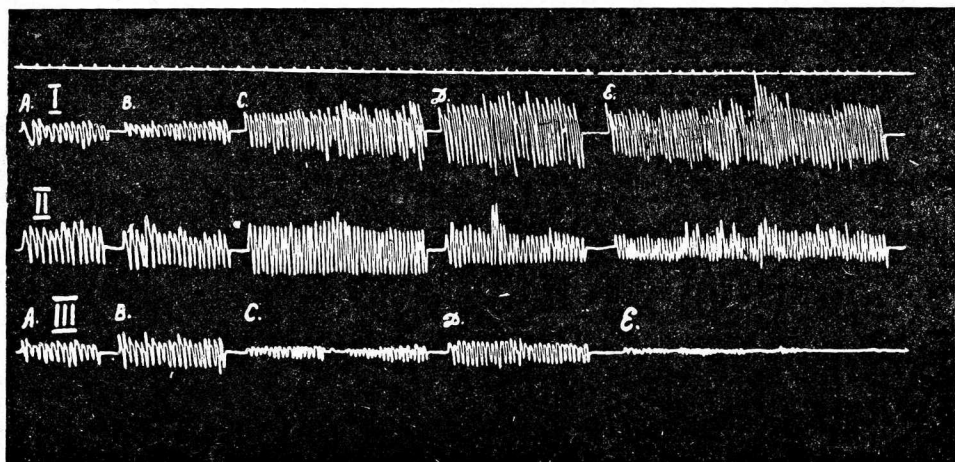


Рис. 6. Влияние температурных колебаний вдыхаемого воздуха. Верхняя линия — 10-секундный отметчик времени. I — правая половина носа — комнатный воздух за все время опыта. II — экскурсии грудной клетки. III — левая половина — попеременно горячий (55°) и холодный (10°) воздух. АВ — носовое дыхание комнатным воздухом (контроль). ВС — вдыхание горячего воздуха, CD — холодный воздух, DE — горячий воздух, Е — холодный воздух.

II. Результаты обследования бегунов

Всего изъявивших участвовать в 28-километровом беговом состязании „Красн. газеты“ 1932 года было 180 чел.¹ Врачебно-контрольным осмотром было отобрано и допущено к состязанию — 155 чел. Из них прибыло к финишу и зарегистрировано судьями только 105 чел. Из этого количества мной было использовано 90 чел.; эти 90 чел. составляли материал настоящего сообщения.

Все участники состязания — мужчины. По возрасту большинство от 22 до 30 лет — 83 чел., от 30 до 40 лет — 4 чел., и от 40 до 45 лет — 3 чел. Многие из них бегом, как спортом, занимаются по 10 и более лет и многократно участвовали в подобных пробегах.

Исследование начиналось с рино-ларингологического анамнеза и осмотра. Всем задавался вопрос: как удобнее дышать при беге: носом или ртом. Большинство бегунов ответило, что дышит смешанно и носом и ртом. Только носом дышат 17 бегунов, из них 16 из первых 4 десятков. Дышащих ртом 16 человек, из них на первые 4 десятка падает — 8 человек и 8 на последние 4 десятка. Дышащие и носом и ртом в разных комбинациях составляют большинство — 57 чел. При опросе обратил на себя внимание способ дыхания через нос и полузакрытый рот с сомкнутыми зубами. Этот способ по данным опроса был удобен и применялся при беге на большие дистанции 30 бегунами, в том числе и прибывшим из Берлина германским спортсменом Бизе, занявшим у нас первое место.

Что касается данных риноскопии, то атрофический процесс (истонченные раковины, широкие носовые ходы) мы встретили в 3 случаях, выраженную озену в 1 случае, гипертрофический процесс нами отмечен в 9 случаях. В 14 случаях мы встретили

¹ Дистанция пробега: Детское Село — Ленинград (шоссе).

различные степени обостренного хронического ринита. Придаточные полости носа нами более подробно не обследовались, но эти 14 случаев наводили на мысль о наличии их поражения. Искривления носовой перегородки, чаще незначительные, нам встретились в 30 случаях. Большая часть их падает на первые 4 десятка (17 случаев). Это может быть объяснено тем обстоятельством, что первые 4 десятка, как более тренированные, имели больше возможностей для спорт-травм (ушибов при падении, прыжках, боксе и пр.). На вопрос об ушибах носа обычно следовал положительный ответ.

При исследовании с помощью ринопневмометра мы получали величины давления воздушной струи для правой и левой половин носа, в мм водяного столба. Они колебались у одного и того же человека в зависимости от частоты и глубины дыхания. Для однообразия мы предлагали испытуемому ровно и возможно более глубоко дышать через прибор, таким образом, чтобы на каждое дыхание (вдох + выдох) приходилось по 5 секунд без пауз и порывистых дыхательных движений.

Из 5 дыханий мы брали среднее арифметическое для правой и левой половины носа. Однако при обработке результатов с двумя цифрами было трудно манипулировать, и мы стали их складывать и делить пополам. При кимографических записях носового дыхания двумя манометрами — уменьшение колебаний на одной стороне вызывало компенсаторное увеличение размахов на другой.

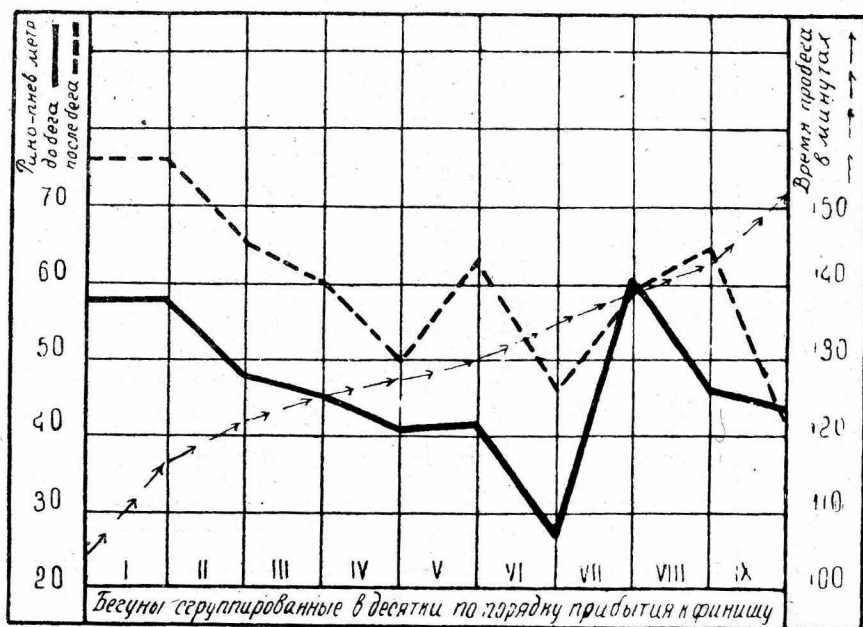


Рис. 7.

Как видно из рис. 7, ринопневмометрия до бега обнаруживает постепенное снижение у первых четырех десятков бегунов (I—57,75; II—47,20; III—45,25; IV—40,55 мм водяного столба). Ту же самую картину постепенного снижения ринопневмометрических цифр у первых четырех десятков мы видели и после пробега (I—76,40; II—65,70; III—61,00; IV—48,61). Таким образом ринопневмометрические цифры как до, так и после пробега у первых четырех десятков, т. е. наиболее быстро бежавших бегунов, обнаруживают прямые взаимоотношения с физкультурными достижениями в беге, которые отражены в кривой времени. Из соотношения этих трех кривых у первых четырех десятков бегунов видно, что чем выше ринопневмометрические цифры, тем меньше время, потраченное на пробег. Пятый десяток дает как до, так и после пробега более высокие цифры, чем четвертый. Шестой десяток даст более низкие цифры, чем пятый. При сравнении шестого десятка с четвертым видно, что VI ниже IV как до, так и

после пробега. Последние три десятка бегунов, т. е. медленнее бежавшие, дают пеструю картину ринопневмометрических цифр. Так здесь как до, так и после пробега появляются то исключительно высокие цифры 130—135, то исключительно низкие 10—12. В большинстве случаев это можно объяснить анатомическими соотношениями носа, или состоянием слизистой оболочки, отмеченными нами при риноскопии. Однако для некоторых случаев мы затрудняемся дать объяснение, так как это требует индивидуального и весьма подробного изучения каждого случая с разных точек зрения (неврологической, соматофункциональной). Обращает на себя внимание падение ринопневмометрических цифр после пробега у VII и IX десятков; во всех остальных группах наблюдается их повышение, т. е. повышение воздушной проходимости носа после бега. В поисках объяснения этому

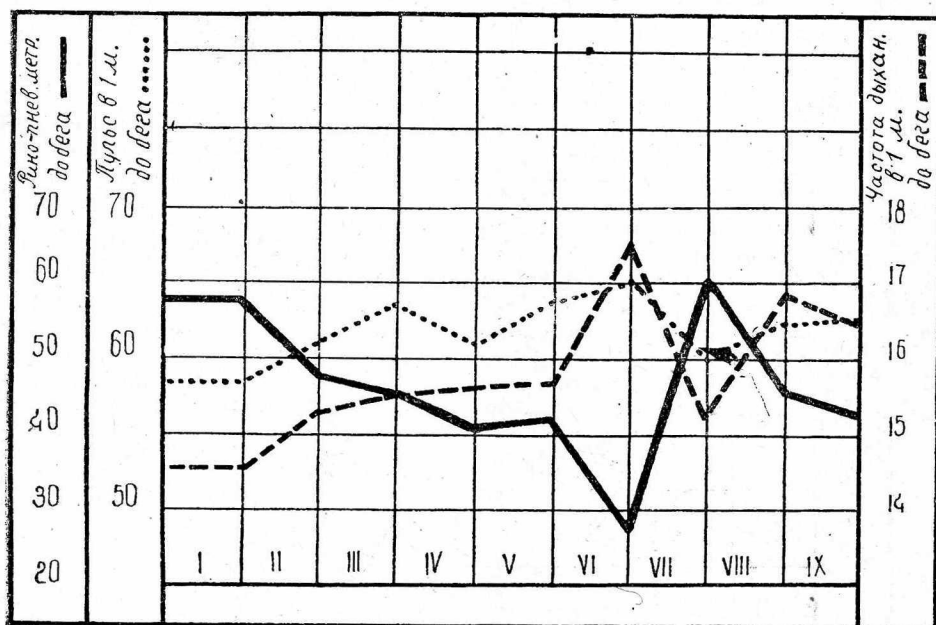


Рис. 8.

явлению мы обратились к потере веса бегунов за время пробега¹. Как известно, падение веса после бега бывает значительным (Крестовников) и происходит главным образом за счет потери воды, что ведет к падению тургора мягких тканей и, конечно, слизистых оболочек, богатых кровеносными и лимфатическими сосудами, к каким должна быть отнесена слизистая носа. Однако точный подсчет показал, что никакой зависимости между потерей веса и приростом ринопневмометрии нет. Так второй десяток, потерявший в весе в процентах меньше первого, имеет сравнительно больший прирост ринопневмометрии. В то же время четвертый десяток, потерявший в весе больше второго (IV 4,56 — II 2,69%), имеет меньший прирост ринопневмометрии после бега (IV 19%, II 39%), и т. д.

Далее нас интересовал вопрос, в какой зависимости находятся ринопневмометрические данные от жизненной емкости легких. Точный подсчет показал, что как до, так и после пробега ринопневмометри-

¹ Вес, спирометрия и спиродинмометрия определялись антропометрическим кабинетом ин-та (зав. Г. М. Краковяк).

ческие цифры не зависят от жизненной емкости легких. В то время как от I—IV десятка ринопневмометрические цифры неуклонно падают, что согласуется с достижениями бега, жизненная емкость легких такой закономерности не дает.

Далее мы произвели сопоставление ринопневмометрии с данными пневмодинамометрии, характеризующей максимальную силу дыхательных и выдыхательных мышц в мм ртутного столба. Подсчет показал, что как до пробега, так и после пробега ринопневмометрия не зависит от величины пневмодинамометрии. Закономерное падение ринопневмометрических цифр у первых 4 десятков встречается наряду с самыми разнообразными колебаниями величин пневмодинамометрии. Мы стремились также проследить, не находятся ли в каких-либо взаимоотношениях ринопневмометрические данные с частотой пульса и дыхания. К сожалению, эти данные полностью имеются только до пробега, данных после же пробега в моем распоряжении не было. Из рис. 8 видно, что величина ринопневмометрии находится в обратных соотношениях с частотой дыхания. Чем ниже ринопневмометрия, тем больше сопротивление встречает воздушная струя, — тем чаще дыхание. Наблюдаемый некоторый параллелизм линий дыхания и ринопневмометрии у IV, V и IX десятка, нам думается, не противоречит наличию обратной зависимости, так как разница в абсолютных числах здесь незначительна как в данных ринопневмометрии, так и в данных частоты дыхания.

Что касается соотношения частоты пульса и ринопневмометрии, то здесь также наблюдается обратная зависимость, хотя и гораздо менее отчетливая. У первых 3 десятков обратная зависимость довольно ясна, т. е. чем совершеннее проходимость носа, тем реже пульс. У IV и V десятков виден параллелизм. У остальных — VI, VII, VIII и IX десятков — наблюдается опять обратная зависимость.

Выводы

1. Ринопневмометрия в примененной мной модификации дает цифровое выражение воздушной проходимости носа и следовательно характеризует возможности носового дыхания.

2. Быстрота пробега 28-километровой дистанции у первых четырех десятков бегунов идет параллельно со средними цифрами ринопневмометрии как до, так и после пробега.

3. До пробега ринопневмометрический показатель находится в обратных соотношениях с частотой дыхания.

4. До пробега, повидимому, у большей части бегунов ринопневмометрический показатель находится в обратных соотношениях с частотой пульса.

5. При недостаточности носового дыхания наблюдается учащение дыхания и пульса.

6. Ринопневмометрические цифры зависят от величины просвета носовых ходов и не зависят от величин спирометрии и пневмодинамометрии.

7. Ринопневмометрические цифры возрастают вследствие сужения кровеносных сосудов под влиянием местного воздействия кокаина и адrenalина (расширение носовых ходов).

8. Вдыхание горячего воздуха повышает, а холодного понижает показания ринопневмометрии.

ЛИТЕРАТУРА

Dirig. Wiener Klinische Wochenschrift, 1931, H. 1—2. Крестовников А. Н. Труды Ин-та физич. образ. Ленг. Т. II, 1928 г. То же Теор. и практ. физ. культ. 1929 г. № 6. Шапиро А. Я. Диссертация 1907 г. Lukow. Monatsschr. f. Ohrenheilk u. Lar. Rhin. Wien, 1928, H. 12. Lukow. Monatsschr. f. Ohrenh. u. Lar. Rhinol. Wien. 1929, H. 10. Чесноков и Крупина. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1927 г. № 3—4 Ростов н/Д. Белоголовов Н. В. Дисс. 1903 г. Карлов. Monatsschr. f. Ohrenh. u. Lar. Rhinol. 1929, H. 3. Трутнев В. К. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1926 г. № 1. Гамаюнов С. Ф. Русская ото-ляр. 1924 г. Луков. Саратовск. вестник здравоохран. 1927 г. Сперанский А. Д. Первая система в патологии 1930 г. Госмедиздат, Л-д, стр. 84. Ходяков Н. Д. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1926 г. Ростов н/Д. Ходяков Н. Д. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1927 г. № 3—4 стр. 359. Комендантов Л. Г. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1926 г. Ростов н/Д. Иванов и Ястребова. Вестн. рин. ляр. отиатр. 1927 г. № 3—4, стр. 311. Lion-Dortmund. Zeitschr. f. Ohren, Hals, Nas. Heilk. Bd. 12, S. 364. Ундриц. Труды III Всесоюзн. съезда ото-ларинг. 1930 г. Одесса, стр. 192. Schulte. Atemdampfprüfer. Wissensch. Appar. H. Diel. Leipzig. Kat. № 1004. Undritz. Zeitschr. f. Hals. Nas. u. Ohren. Bd. 25, H. 2, 1929.

UEBER DEN RHINOPNEUMOMETRISCHEN INDIKATOR BEIM WETTLAUF AUF GROSSE DISTANZEN

Von N. Losanow

Aus dem Physiolog. Laboratorium (Vorstand—Prof. A. N. Krestownikow) des Leningrader Wissensch. Forschungsinstituts für Leibesübungen

1. Die Rhinopneumometrie zeigt in der von mir angewandten Modifikation die Zahlenwerte der Luftpermeabilität der Nase an und charakterisiert die Möglichkeit der Nasenatmung.
2. Die Schnelligkeit des Durchlaufens einer Distanz von 28 Kilometern bei den ersten 40 Läufern verläuft parallel mit den Durchschnittswerten der Rhinopneumometrie sowohl vor, als auch nach dem Laufe.
3. Vor dem Laufe steht der rhinopneumometrische Indikator in einem umgekehrten Verhältnis zur Atemfrequenz.
4. Vor dem Laufe befindet sich der rhinopneumometrische Indikator, wie es scheint, bei der Mehrzahl der Läufer in einem umgekehrten Verhältnis zur Pulsfrequenz.
5. Bei der Insuffizienz der Nasenatmung wird eine Beschleunigung der Atmung und des Pulses beobachtet.
6. Die rhinopneumometrischen Werte hängen von der Grösse des Lumens der Nasengänge ab, ohne von den Werten der Spirometrie und Spirodynamometrie abzuhängen.
7. Die rhinopneumometrischen Werte steigen infolge der Verengung der Blutgefässe unter der lokalen Einwirkung von Kokain und Adrenalin an (Erweiterung der Nasengänge).
8. Die Einatmung von warmer Luft erhöht die Angaben der Pneumometrie, während sie durch Einatmung von kalter Luft herabgesetzt werden.

ПОРОГ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ФОСФЕНА НА СВЕТУ И В ТЕМНОТЕ¹

Л. Л. Шик

Из физиологического отделения (зав. — М. Е. Маршак) Всесоюзного института экономики, организации и оздоровления труда

Изменения пороговой чувствительности зрительного анализатора в зависимости от освещения по отношению к адекватному раздражителю (свету) хорошо изучены. Установлены кривые адаптации к свету и к темноте, предложены для них математические выражения, исходящие из представлений о фотохимических процессах, происходящих в сетчатке.

Электрическим раздражением мы можем возбуждать минуя родопсин (Kühnle, W. A. Nagel) нервные образования и изучать их возбудимость на свету и в темноте. Естественно, что влияние света на порог электрической возбудимости не столь разительно, как на адекватный, световой раздражитель.

Первым исследовал порог гальванического фосфена² на свету и в темноте G. E. Müller; он не нашел между ними заметной разницы, хотя приводимые им цифры позволяют сделать и другой вывод. (см. ниже).

Nagel пришел к тем же выводам, применяя как гальванический, так и индукционный ток. Лазарев исследовал тот же вопрос, полагая найти в изменениях возбудимости нервных центров объяснение отступлениям в получающихся кривых темновой адаптации от предложенной им формулы. Не обнаружив изменений в пороге электрической чувствительности, он пришел к тому выводу, что „действие света изменяет только чувствительность периферических окончаний, оставляя неизменной чувствительность центров“.

Выводы этих авторов о неизменности порога электрического раздражения для глаза на свету и в темноте представлялись несколько расходившимися с имеющимися у нас представлениями. Действительно, с одной стороны доказано влияние перемены освещения на моторную возбудимость (Jäderholm G. A., Achelis I. D. на лягушке, Маршак на человеке³); доказано влияние света на чувствительность других органов чувств.

С другой стороны, трудно себе представить неизменную возбудимость нервных образований при столь различном состоянии рецеп-

¹ Доложено на коллоквиуме физиологической лаборатории МГУ им. Самойлова в марте 1933 г.

² Гальваническим фосфеном (или фосфеной) называют как световые и цветовые ощущения, получающиеся как при прохождении сильного постоянного тока, так и являющиеся следствием замыкательного и размыкательного ударов. Здесь, как и в дальнейшем, речь идет о последнем.

³ Н. Е. Введенский в 1879 г. обнаружил влияние света на возбудимость на спинномозговой лягушке, — явление, повидимому, отличное от приводимых выше.

торного поля анализатора, какое имеет место для сетчатки на свету и в темноте.

Вопрос этот представляет большой интерес, почему и было поставлено настоящее исследование.

Обычно дифферентный электрод, применяемый для раздражения, ставился в прежних работах на веко, иногда придерживался рукой (G. Bouguignon), иногда фиксировался.

Само место приложения электрода не является удобным, почему в данной работе и был применен иной способ.

Мы пользовались электродами, употребленными для аналогичных целей М. Е. Маршаком (стеклянные капсулы, затянутые животным пузырем и замшей, наполненные насыщенным раствором сернокислого цинка, закрытые резиновыми пробками с палочками из амальгамированного цинка). Дифферентный электрод, около 2 см в диаметре, укреплялся на виске, близ наружного края глазницы, несколько кверху; индифферентный, около 8 см в диаметре — на груди.

Электрическая часть установки ясна без пояснений из схемы (рис. 1). Перед проведением опытов по установлению влияния света на порог фосфена был проведен ряд экспериментов с параллельно следовавшими определениями порога одиночными ударами и частыми ритмическими раздражениями, для чего в цепь вставлялся камертон в 50 или в 100 периодов колебаний в секунду. Напряжение определялось в делениях линейки (реохорда) и измерялось на концах ее вольтметром с точностью до 0,05 вольта. При прижатии вибрирующего контакта камертона напряжение на концах линейки оставалось равным тому, которое имело место без камертона.

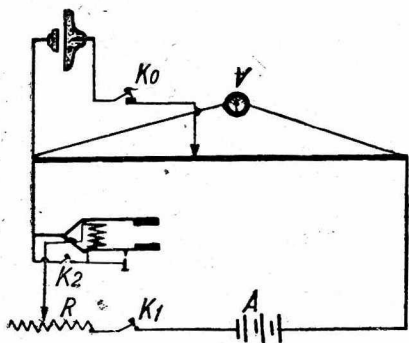


Рис. 1. Схема установки. При замыкании K_1 и K_0 даются ритмические раздражения; при замыкании K_2 , K_1 и K_0 — одиночные.

пользовании камертоном в 50, так и в 100 периодов в секунду. Здесь надо упомянуть о двух обстоятельствах. Сильное одиночное раздражение, намного превышающее пороговую величину, часто вызывает ощущение нескольких искр; эти „несколько сильных искр“ могут быть дифференцированы от мелькания, получающегося при ритмическом раздражении. Второе обстоятельство заключается в том, что при нанесении ритмического раздражения сначала в момент включения обычно получается ощущение одиночной искры, после чего замечается и мелькание; при едва пороговых величинах одиночная искра при включении отмечается, а последующее мелькание может остаться незамеченным испытуемым. Стоит, однако, несколько усилить ритмический раздражитель, и становятся заметными и частые мелкие мелькания. Для иллюстрации всего вышесказанного привожу одну характерную выдержку из протокола. (табл. 1)

Нужно заметить, что мелькание все же менее отчетливо замечается, чем одиночная искра, и при длительных опытах испытуемые (кроме одного) жалуются на трудность дифференциации ощущений.

При определении порога ритмическим раздражением, кроме числа раздражений, следует обращать внимание еще на время протекания тока при каждом колебании камертона. Так, если пользоваться ка-

мертоном в 100 колебаний в секунду, то из 10 тысячных долей секунды (длительность одного периода колебания), в течение нескольких тысячных контакт разорван, в течение остальных — соединен. Это время такого порядка, что укладывается в полезное время (Hauptputzzeit, temps utile), для фосфены, что и заставило думать о его значении.

ТАБЛИЦА 1

Опыт 22. XI 1932 г., исп. К.; камертон 50 периодов; на концах линейки напряжение 8 вольт, освещение дневное, окно прикрито светлой занавесью; испытуемый смотрит на серый экран; установка и экспериментатор за ширмой; звук камертона испытуемому не слышен.

О определения каждые 3—10 минут.

Характер раздражения	Раздражение в делениях линейки	Ответ испытуемого
Одиночный	390	„Одна искра“
„	500	„Одна искра“
„	600	„Несколько сильных искр“
Ритмический	400	„Что-то есть, — одна искра“
„	420	„Частое мелкое мелькание“
„	440	„Частое мелкое мелькание“
„	500	„Частое мелкое мелькание“

Поставленные в этом направлении опыты подтвердили это. О времени протекания тока при каждом колебании, вернее об отношении этого отрезка времени к тому, в течение которого цепь разорвана, можно судить по показаниям вольтметра для постоянного тока (рис. 1), стрелка которого из-за инерции при включенном в цепь камертоне показывает некоторое промежуточное значение между нулем и действительным напряжением на концах линейки.

При изменении положения контактного винта время протекания тока меняется и вольтметр изменяет свое показание¹. Для примера привожу выдержку из протокола опыта. (табл. 2)

ТАБЛИЦА 2

Опыт 31. XII 1932 г. Испытуемый Д.; камертон на 100 периодов; напряжение на концах линейки 8 вольт; все раздражения ритмические.

Время	Время протекания тока в условных величинах — в показаниях вольтметра	Пороговая величина в делениях линейки	Примечания
10 ч. 12 м.	4,0	420	Испытуемый говорит „есть мелькание“ В 10 ч. 17 м. контактный винт камертона повернут В 10 ч. 20 м. винт возвращен на прежнее место
10 ч. 15 м.	4,0	420	
10 ч. 18 м.	2,7	540	
10 ч. 21 м.	4,0	420	В 10 ч. 25 м. винт повернут
10 ч. 24 м.	4,0	420	
10 ч. 27 м.	3,0	520	

Здесь ясно видна зависимость порога от времени протекания тока при каждом колебании камертона. Значение не только частоты,

¹ Такое использование вольтметра имеет место, например, при токах Ледюка в электротерапии.

но и времени протекания тока при каждом из ритмических раздражений нам кажется недостаточно изученным и представляющим большой интерес (Renqvist и Koch).

Таким образом, эти предварительные опыты позволили установить, что прерывистый постоянный ток в 50 и 100 перерывов в секунду дает ощущение мельканий (что превосходит „критическое число“ мельканий для света). Считая эти данные лишь ориентировочными, мы не вдаемся здесь в анализ этого. Эти же опыты привели нас к тому, что удобнее определять порог одиночным раздражением, почему

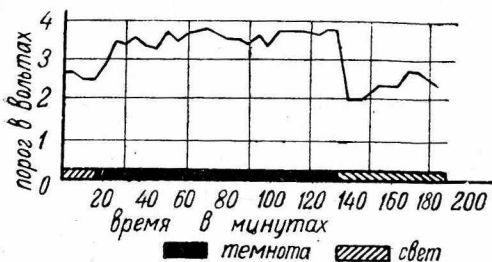


Рис. 2. Порог фосфена при двухчасовом пребывании в темноте.

опыты по выяснению влияния света и темноты на порог фосфена и были проведены при помощи одиночных ударов, что имеет еще и то удобство, что эти данные могут быть сравниваемы с величинами реобазы при хронасимметрических определениях.

Основная серия опытов заключалась в определении изменений порога фосфена при переходе от света к темноте и обратно. Проведено 12 опытов на 2 испы-

туемых, не считая тренировочных и одиночных опытов на других испытуемых (давших те же результаты).

Испытуемый находился в помещении с верхним электрическим освещением, смотрел на светло-серый экран (освещенность порядка 75 люкс). После неоднократного определения порога свет гасился, испытуемый оставался в полной темноте (экспериментатор находился в отгороженном помещении). Пребывание в темноте длилось от 40 минут до 2 часов. Затем вновь зажигался свет. Порог определялся, примерно, каждые 5 минут, всегда начиная с подпороговых раздражений, каждое определение контролировалось повторным; обе величины оказывались весьма близкими (второе определение обычно давало совпадающие или едва меньшие величины порога).

Все опыты без исключения показывают ясно выраженное повышение порога при переходе от света к темноте. Это повышение держится все время пребывания испытуемого в темноте. При переходе от темноты к свету порог снижается, возвращаясь, примерно, к прежде бывшим на свету величинам. Величина повышения порога при темноте в разных опытах варьирует, достигая иногда 300% по отношению к порогу на свету. На рис. 2 и 3 приведено графическое изображение протоколов типичных опытов¹.

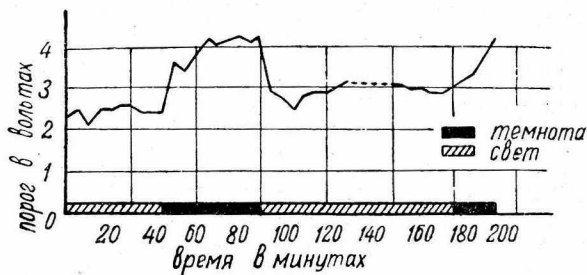


Рис. 3. Порог фосфена при повторном переходе от света к темноте.

¹ При длительных опытах (часа два) порог часто у некоторых испытуемых имеет тенденцию к повышению и при постоянном освещении, но это повышение никогда не имеет такого резкого характера, как под влиянием темноты.

Во время проведения этих опытов мне стала известна работа I. D. Achelis и I. Merkulow.

Эти авторы определяли для фосфена на свету и в темноте всю кривую времени — напряжения (Kapazitätsspannungskurve) и дают подробную интерпретацию своих материалов. Для реобазы их данные дают повышение в темноте. Таким образом при помощи другой методики (место приложения электродов, техника проведения опыта) мы можем подтвердить эти данные: можно считать установленным изменение порога фосфена в темноте в сторону увеличения.

В дальнейших экспериментах обнаружилось, что при переходе от света к весьма слабому освещению (а не к полной темноте) также имеет место повышение порога. Обратно, при переходе от полумрака к свету, порог снижается, возвращаясь, примерно, к первоначальной величине. Однако, последующие опыты показали, что говорить о том, что чем выше освещенность, тем порог ниже, как это делают в цитированной выше работе Achelis и Merkulow (оговариваясь, что это результат предварительных опытов), нельзя. Опыты заключались в следующем.

В комнате с верхним электрическим светом зажигалась дополнительно (позади испытуемого) лампа в 150 свечей, на расстоянии от 1 метра до 2 метров от экрана, на который испытуемый смотрел во время определения порога. При этом всегда (у 3 испытуемых) наблюдалось повышение порога при дополнительном освещении (рис. 4).

Такое же повышение постоянно наблюдалось М. Е. Маршаком, а также В. Г. Лучинским и мною при других сериях опытов с фосфеном при попадании в помещение солнечных лучей.

Таким образом, можно считать установленным влияние света на гальванический порог фосфена. Это влияние иного порядка, нежели влияние на порог адекватного для глаза светового раздражителя, и имеет совершенно другую основу.

Изменения в чувствительности к электрическому раздражителю не только выражены количественно слабее¹, чем к световому, но при темновой адаптации имеют противоположный характер. Это воздействие света и темноты может мыслиться, как непосредственное влияние на центральную нервную систему, на зрительные центры. Вполне вероятно и участие симпатической нервной системы.

Данные об изменении порога при различном освещении, может быть, в дальнейшем при своем развитии смогут быть использованы для суждения о влиянии освещения на нервную систему, а не только на светочувствительные элементы сетчатки, что составляет наши основные знания по этому вопросу.

Полученный материал позволяет присоединиться к тому, что в явлениях темновой адаптации имеет место и центрально-нервный компонент (ср. работу Дионесова, Загоруйко, Лебединского и Турцаева).

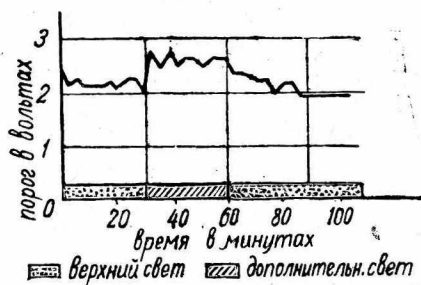


Рис. 4. Порог фосфена при усилении освещения.

¹ Этим, вероятно, и объясняется вывод Müller (см. выше) об отсутствии влияния света и темноты на гальванический порог, тогда как приводимые им цифры ясно показывают наличие такового (правда, небольшого) в том же направлении, как в наших опытах.

Выводы

1. В темноте гальванический порог фосфена повышается, на свету понижается.

2. Усиление освещения может повести к повышению порога.

3. Эти сдвиги отражают изменения в состоянии нервной системы и не стоят в непосредственной связи с влиянием света на родопсин.

За постоянное внимание к работе и указания приношу глубокую благодарность заведующему физиологическим отд. ин-та — М. Е. Маршаку.

ЛИТЕРАТУРА

Kühne. Hermann's Handb. d. Phys. 3, 1, 298; цитирую по Müller (3). Nagel. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane 34, 285, 1904. Müller. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. 14, 329, 1897. Лазарев. Журн. прикл. физики. 1, 134, 1924. Jäderholm. Pflüger's Archiv. 114, 248, 1906. Achelis. Pflüger's Archiv. 219, 411, 1928. Маршак. Доклад в Моск. об-ве физиологов; печ. в Арх. биол. наук. Курс физиологии животных и человека. Сост. по лекциям проф. Н. Е. Введенского под ред. А. Ухтомского. ч. I, вып. II, 1914 (на правах рукописи). Bourguignon. La chronaxie chez l'homme. Paris. 1923. Маршак. Физиол. журн. СССР, т. XVII, № 5, 1934 г. Коротнев. Основы электротерапии и электродиагностики, т. I, вып. II, Москва, 1927. Rensqvist u. Koch. Skandin. Archiv. f. Physiol. 59, 279, 1930. Кравков. Глаз и его работа. Москва, 1932. Achelis u. Merkulow. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 60, 1/2, 1929. Дионесов, Загорулько, Лебединский, Турцаев. Физиол. журн. СССР XVI, 733, 1933 г.

SCHWELLE DES GALVANISCHEN PHOSPHENS BEI LICHT UND IN DER DUNKELHEIT

Von L. L. Schick

Aus der Physiologischen Abteilung (Vorstand — M. E. Marschack) des Instituts der U. d. S. S. R. für Oekonomie, Organisation und Sanierung der Arbeit

1. In der Dunkelheit wird die galvanische Schwelle des Phosphens erhöht, während sie bei Licht herabgesetzt ist.

2. Die Verstärkung der Beleuchtung kann zur Erhöhung der Schwelle führen.

3. Diese Verschiebungen geben die Veränderungen im Zustand des Nervensystems wieder und stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Wirkung des Lichtes auf das Rhodopsin.

ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА
ТЕМНОВУЮ АДАПТАЦИЮ, ЦВЕТНОЕ ЗРЕНИЕ И ЭЛЕКТРОВОЗ-
БУДИМОСТЬ ГЛАЗА ¹

Н. А. Вишневский и Б. А. Цырлин

В связи с развитием высотной авиации и усиливающимся интересом к высокогорным экспедициям (альпинизм) представляет большой интерес вопрос о влиянии пониженного барометрического давления на разнообразные функции глаза, в частности на цвето- и светоощущение.

Литературные данные по интересующему нас вопросу не полны, в частности же о светоощущении в условиях пониженного барометрического давления мы имеем единичные работы.

Репишет исследовал в барометрической камере остроту зрения, поле зрения, мышечное равновесие, аккомодацию, конвергенцию и светоощущение.

Данные, полученные автором соответственно высотам приб. 3 000 м, 4 500 м и 6 000 м показывают, что с увеличением высоты наблюдается нарушение функций органа зрения. Так, острота зрения уменьшается в 50% случаев, нарушается мышечное равновесие, на высоте приблизительно 6 000 м значительно суживается поле зрения, в 45% случаев ослабляется аккомодация, в 51,2% случаев — конвергенция.

Автор исследовал светоощущение следующим образом: испытуемый находился на расстоянии 20 футов от Бьерровского экрана и наблюдал источник света диаметром в 3 мм, причем при помощи Гольденбергского клина уменьшалась яркость. Отмечалось положение клина, при котором исчезает свет. Порог различения определялся при помощи различных светло-серых букв на сером фоне. При пониженном барометрическом давлении наблюдалось улучшение светоощущения в 25,5%, ухудшение в 29,5% и без изменения — в 45% случаев.

Автор отмечает, что пониженное барометрическое давление не отражается на восприятии цвета.

По исследованию Вегенсе, на высоте от 3 000 до 4 500 м. появляются первые зрительные расстройства. По автору, ближайшая точка ясного зрения и конвергенция отодвигаются и сила абдукции уменьшается. Для летчика особо важно, говорит Вегенсе, мышечное равновесие глаза. Приток кислорода при пониженном барометрическом давлении ограничивает мышечную слабость.

Schubert, наряду с экспериментальными исследованиями на животных, по вопросу о состоянии нервной системы при быстром устранении критического угнетения, исследовал светоощущение и у человека, пользуясь определением порогоразличения на Массоновском диске при постоянном (искусственном) освещении. Автор отмечает понижение светоощущения под влиянием аноксемии.

В виду отсутствия в литературе систематических исследований по затрагиваемому нами вопросу, мы, по предложению проф. В. В. Стрельцова, поставили себе задачу выяснить влияние пониженного барометрического давления на свето- и цветоощущение.

Для выяснения намеченной задачи, нами были поставлены опыты в барокамере, снабженной приборами, регистрирующими барометри-

¹ Доложено в Ленинградском о-ве физиологов им. И. М. Сеченова и Ленингр. офтальмологическом о-ве 5/II-34 г.

ческое давление, и барографом, указывающим фиктивную высоту подъема.

Методика исследования была следующая: испытуемый в течение 20 мин. находился в барокамере при абсолютной темноте, затем 10 мин. для дезадаптации смотрел на белую стену барокамеры, освещенную 40-ваттной лампочкой, после чего тотчас же начиналось исследование. В виду некоторого несовершенства вентиляции, с самого начала опыта включался мотор барокамеры. Испытуемый находился при давлении, соответствующем 300 метрам высоты, что нами условно принималось за „землю“.

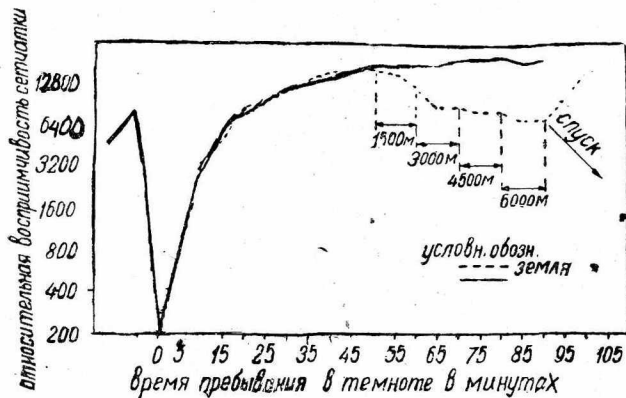


Рис. 1.

ния проводились в одни и те же часы дня. После 50-й мин. в течение 10 мин., а в некоторых случаях и в течение всего опыта на высоте 4 500 м и выше, мы давали испытуемому кислород. Опыт длился в общей сложности 2 часа: 20 мин. адаптация в темноте, 10 мин. дезадаптация и 90 мин. самого исследования.

По темновой адаптации нами были поставлены 38 опытов на 7 человеках.

Полученные в результате наших исследований данные чрезвычайно сходны. На рис. 1 представлены кривые изменений относительной чувствительности сетчатки (рис. 1) по ходу темновой адаптации „на земле“ и при подъеме „на высоту“.

Из представленной диаграммы (рис. 1) видно, что порог световой чувствительности, как правило, резко снижается при подъеме на высоту, по сравнению с чувствительностью на земле. При спуске и пребывании на земле, кривая световой чувствительности глаза в первые же минуты повышается, обнаруживая тенденцию к почти полному сближению с нормальной кривой на земле.

Спрашивается, что является непосредственной причиной этого снижения: падение барометрического давления или связанное с ним кислородное голодание. Ответ на этот вопрос мы находим в опытах с дачей кислорода (рис. 2).

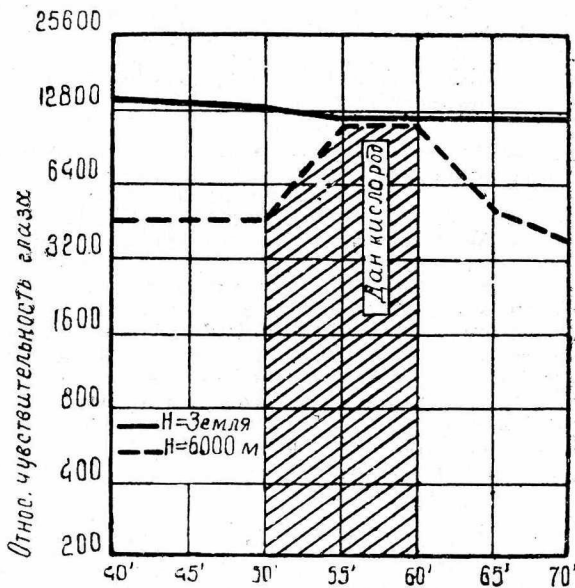


Рис. 2.

Как видно из рис. 2, кратковременная дача кислорода в течение 10 мин. сейчас же вызывает резкое повышение адаптационной кривой, обнаруживающей тенденцию к сближению с нормальной кривой на земле.

Для исследования цветоощущения в условиях пониженного барометрического давления были поставлены опыты на специально переэкструированном адаптометре Нагеля.

В передней стенке адаптометра перед молочной пластинкой мы расположили вращающийся диск с 6-ю отверстиями (каждое диаметром в 3 см) для светофильтров красного, оранжевого, желтого, зеленого, синего и белого (рис. 3). Размеры изображения объекта на сетчатке = 1,65 мм.

Яркость молочной пластинки адаптометра при 3 выдвинутых затемнителях и максимальном расхождении диафрагмы при 100 вольтах напряжения = 60 микростильб, при 95 вольтах = 49 микростильб.

Для цветных объектов мы взяли цвета, которые применяются на практике для световой сигнализации, а именно — красный, зеленый и синий, причем опыты произведены как в абсолютной темноте, так и при лунном освещении. Данные исследования пропускной способности наших светофильтров, произведенные в светотехнической лаборатории Московского энергетического института, представлены на рис. 4.

Суммарный коэффициент пропускания светофильтров, определенный по спектру вакуумной лампы 110 вольт, 50 ватт, с зигзагообразной нитью, следующий:

1. Светофильтр красный — $D = 0,0019$
2. " " зеленый — $D = 0,092$
3. " " голубой — $D = 0,123$.

Методика исследования цветоощущения была в основном та же, что при исследовании темновой адаптации.

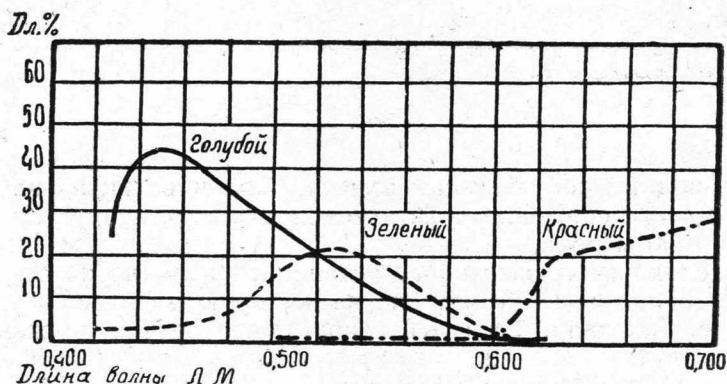


Рис. 4.

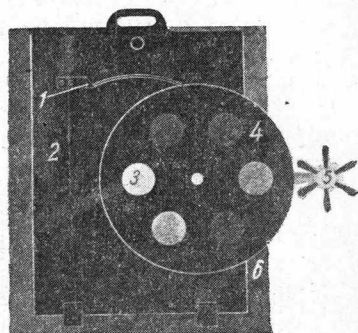


Рис. 3.

- 1 — стопорная пружина. 2 — съемная крышка. 3 — светофильтр. 4 — вращающийся диск. 5 — рукоятка адаптометра. 6 — корпус адаптометра.

С каждым испытуемым мы производили исследования на тех же высотах, что и при исследовании цветоощущения, причем в каждом опыте, как в условиях абсолютной темноты, так и при лунном освещении. После 40-й минуты опыта, до 50-й минуты, мы давали испытуемому кислород как на земле, так и на различных высотах.

Наш опыт продолжался обычно 1 час. 50 мин., в некоторых случаях и более продолжительно: обычно 20 мин. — адаптация к темноте, 10 мин. — дезадаптация, затем исследование в течение 60 мин. пребывания на высоте, 10 минут спуска на землю, и 10 мин. пребывания на земле. Сначала мы определяли световой порог, а затем цветовой. Отсчеты на адаптометре производились двукратные, через каждые 5 мин.

Перед тем, как поставить основные опыты, мы произвели предварительные для проверки нашей методики, причем последние мы исключили из нашего материала:

Всего нами поставлено на 3 испытуемых 59 опытов, из них 32 на красный, 17—на зеленый и 10—на синий цвета.

Полученные в результате наших исследований данные на различные цвета в основном чрезвычайно сходны. Поэтому мы приведем несколько примеров из наших наблюдений.

Данные при исследовании на красный цвет в абсолютной темноте мы представляем в табл. 1 и на рис. 5.

Испытуемый заявляет, что насыщенность цвета на высоте меньше, чем на земле. На высоте 4500 метров чувствует общую слабость.

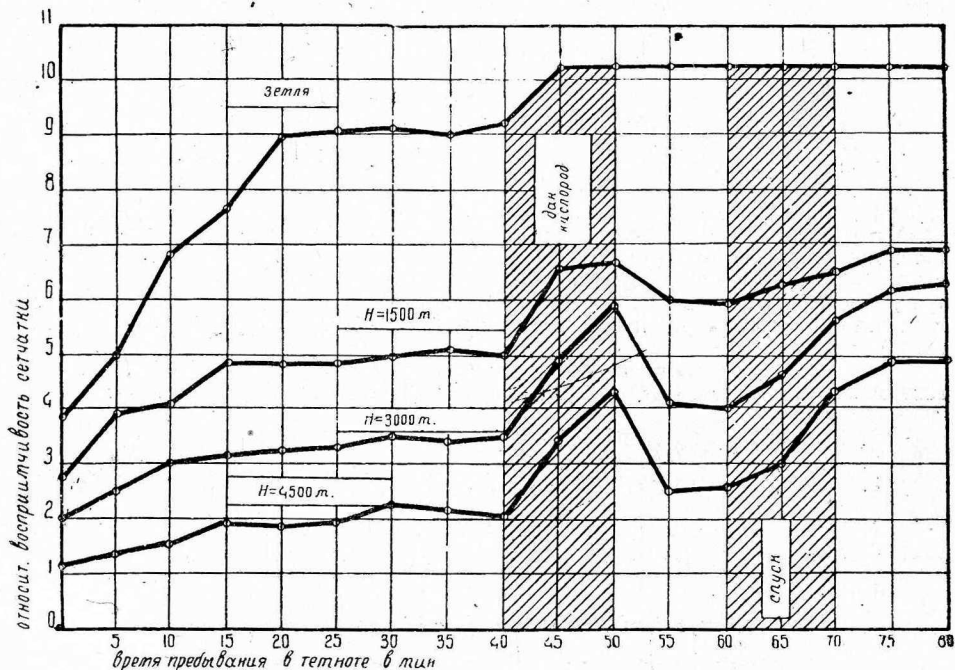


Рис. 5.

Как видим, чем больше высота, тем чувствительность глаза меньше, причем снижение чувствительности констатируется нами уже с высоты 1500 метров.

Последний факт заставляет установить влияние на организм высоты еще более низкой, чем та, на которую мы имеем указания в литературе. Так напр. Гарсон говорит, что летчик должен вдыхать кислород с высоты 3500 м, Кайзер, Гиллерт — с 4000 м, по американской инструкции, опубликованной в 1928 г., также 4000 м.

Наши данные показывают, что уже высота в 1500 м несомненно оказывает определенное влияние на организм, сказываясь прежде всего на наиболее чувствительном органе — зрительном анализаторе.

Вдыхание кислорода в течение 10 мин. улучшает видимость цветового сигнала, но не вполне. Спуск и последующее после подъема на высоту пребывание на земле в течение 10 мин. не восстанавливают цветовой чувствительности глаза до размеров чувствительности его на земле. При изучении же влияния кислородного голодания на адаптацию к темноте, мы установили, что дача кислорода даже

ТАБЛИЦА 1

Высота в метрах	Земля (300 м)		1500 м		3000 м		4500 м		Примечание
Время исследования в мин.	Свет. порог	Цвет. порог (красн.)	Свет. порог	Цвет. порог (красн.)	Свет. порог	Цвет. порог (красн.)	Свет. порог	Цвет. порог (красн.)	
0	6,3	3,73	4,37	2,55	3,9	1,9	2,97	1,27	Цифр. данные в отн. вос. сетчатки. Вольтаж 95. Исслед. — при 3 выдвин. затемнителях в адаптометре
5	10,7	5,1	7,15	3,85	5,3	2,5	4,4	1,5	
10	14,7	6,8	9,15	4,25	6,5	3,1	5,55	1,6	
15	16,25	7,7	10,2	4,8	8,15	3,35	6,7	1,95	
20	18,5	9,0	10,4	4,8	8,65	3,47	8,0	1,9	
25	19,0	9,15	10,9	4,8	8,65	3,6	9,15	2,0	
30	22,0	9,15	11,4	4,95	8,65	3,55	10,9	2,4	
35	22,0	9,15	12,5	5,1	8,23	3,47	11,9	2,4	
40	22,0	9,37	12,5	5,1	8,07	3,47	11,4	2,3	
45	28,0	10,4	15,0	6,6	11,45	5,1	17,5	3,6	} Дан кислород
50	28,0	10,4	16,25	6,63	11,95	5,85	18,0	4,55	
55	28,0	10,4	13,0	6,07	9,3	4,2	11,1	2,55	
60	28,0	10,4	12,5	5,9	9,6	4,1	11,1	2,6	
65	28,0	10,4	14,0	6,3	11,67	4,65	14,25	3,15	} Спуск на землю
70	28,0	10,4	15,0	0,65	14,25	5,77	15,0	4,5	
75	28,0	10,4	15,5	6,9	14,5	6,3	24,0	5,0	
80	28,0	10,4	15,5	6,9	15,0	6,37	24,0	5,0	} Земля

на высоте 6000 метров в почти полной мере восстанавливает ослабленную на высоте периферическую адаптацию к темноте.

Как показывают наши наблюдения, высота в 1500 м уже оказывает свое действие на чувствительность глаза. Интересно было выяснить, как влияет длительное пребывание на высоте на цветовую чувствительность глаза. Опыт (рис. 6) показывает, что многочасовое (в нашем опыте 7 час. 5 мин.) пребывание на высоте 1500 м (в условиях лунного освещения) не только больше не снижает чувствительности глаза, а наоборот, здесь наблюдается постепенное нарастание цветовой чувствительности глаза (к красному) по сравнению с чувствительностью, имевшейся в первые часы пребывания на данной высоте, что может быть можно рассматривать, как доказательство адаптации организма к условиям аноксемии.

Интересно, что в этом опыте дача кислорода после 2 час. 40 мин. пребывания на высоте тотчас же сказалась на повышении чувствительности глаза.

Те же данные, что и на красный свет, мы получили и на зеленый. На рис. 7 и табл. 2 представлены данные исследования на зеленый цвет при лунном освещении.

Чем больше высота, тем чувствительность глаза меньше. Дача кислорода в течение 10 мин. дает слабый положительный эффект. Чем больше высота (3—3,5 км), тем этот эффект меньше. Спуск

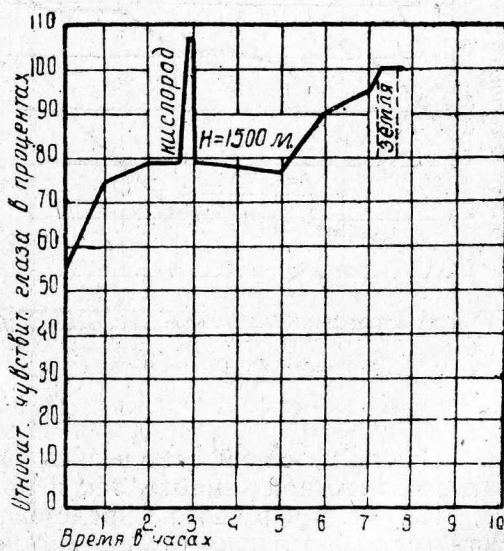


Рис. 6.

после пребывания на высоте и пребывание на земле в течение 10 мин. также не восстанавливает чувствительности глаза по сравнению с наблюдением на земле.

Интересно отметить, что при тех яркостях для зеленого света, с которым мы вели опыты, на высоте 4,5 тыс. м, мы получили в одном случае полное исчезновение ощущения зеленого света, казавшегося белесоватым.

Те же данные, что и на красный и зеленый свет, мы получили и на синий (рис. 8 и табл. 3).

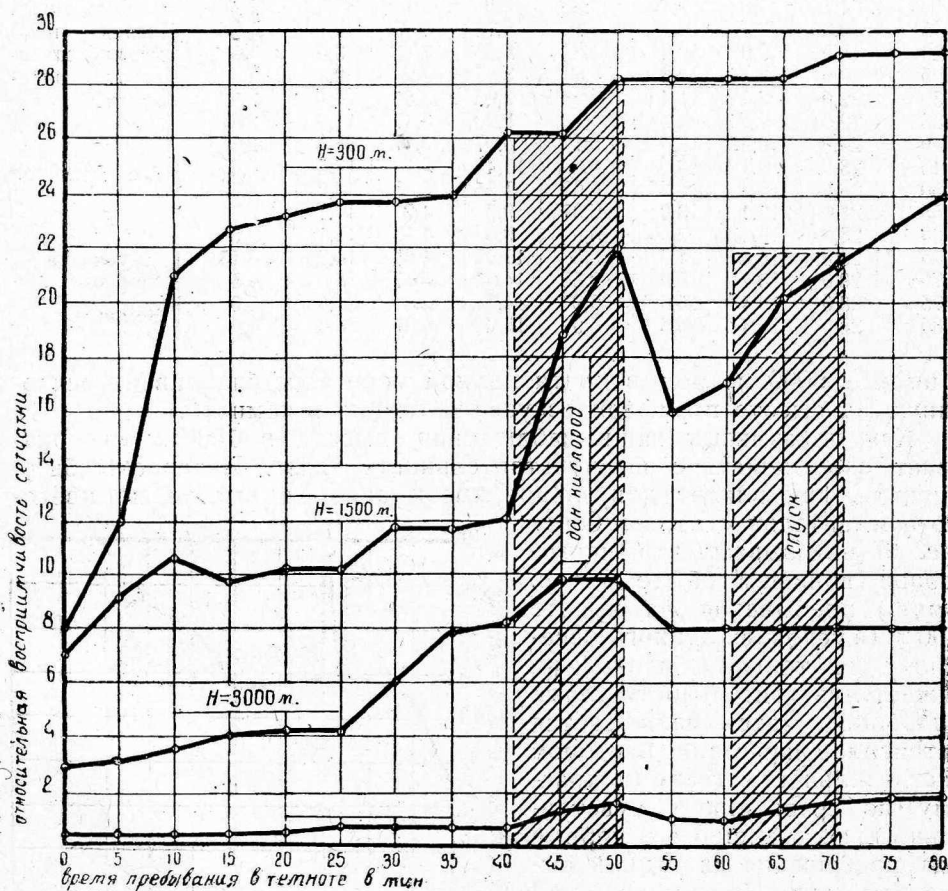


Рис. 7.

Опыты на синий свет велись также по принятой нами методике как в абсолютной темноте, так и при лунном освещении.

На рис. 8 и в табл. 3 представлены результаты исследования на синий свет при лунном освещении при подъеме на высоту до 6 тыс. м. После 40-й мин. пребывания на земле начался подъем в течение 10 мин. до высоты 3 тыс. м, а затем после пребывания на этой высоте в течение 10 мин. новый подъем до 6 тыс. м; на 81-й мин. дан кислород, на 106-й мин. начало спуска.

Как видим, с подъемом на высоту чувствительность глаза понижается и на 6 тыс. м, ощущение же синего света исчезает. Дача кислорода, а также спуск, тотчас же сказываются на цветовой и световой чувствительности глаза к синему свету.

ТАБЛИЦА 2

Относит. чувств. сетчатки	Земля (300 м)		1500 м		3000 м		4500 м		Примечание
Время ис- след. в минутах	Свет. порог	Цвет. порог (зелен.)	Свет. порог	Цвет. порог (зелен.)	Свет. порог	Цвет. порог (зелен.)	Свет. порог	Цвет. порог (зелен.)	
0	416	83	510	67	250	29,3	232	6	
5	1 458	119	1 667	91	781	30,5	625	6	
10	2 810	208	2 880	109	1 667	34,5	1 667	6	
15	3 571	227	3 869	98	2 500	38,7	1 667	6,07	
20	4 356	233	3 869	104	2 655	44,0	1 458	6,37	
25	4 772	238	4 167	105	2 810	45,3	1 562	8,2	
30	4 772	238	5 000	116	3 121	59,7	1 562	8,22	
35	4 772	244	5 000	117	4 167	82,0	1 458	8,37	
40	4 772	263	5 000	122	4 545	84,5	1 458	8,45	
45	5 278	263	6 696	192	6 250	100,0	2 500	12,5	} Дан кислор.
50	5 278	285	7 238	222	6 250	100,0	3 346	15,0	
55	5 278	285	4 772	144	4 545	83,0	1 458	11,7	
60	5 278	285	4 772	153	4 350	82,0	1 458	11,4	
65	5 278	285	5 903	188	5 556	83,0	3 316	13,5	} Спуск на
70	5 903	294	6 696	200	5 625	84,5	3 571	17,0	
75	5 903	294	7 738	212	5 625	86,0	3 869	19,0	} Земля
80	5 903	294	7 738	227	6 250	86,0	4 356	19,0	

ТАБЛИЦА 3

Синий свет, лунное освещение, разные высоты; вольтаж — 95

Время исслед. в мин.	Свет. порог	Цвет. порог	Примечание
0	1 053	3,0	
5	3 846	3,1	
10	8 333	3,3	
15	13 791	3,6	
20	22 222	3,7	
25	26 316	3,6	
30	30 769	3,8	
35	33 333	4,0	
40	33 333	4,2	
45	23 529	2,8	} Подъем
50	16 666	2,0	
55	14 841	1,8	
60	14 844	1,65	} 3000 м
65	11 764	1,4	
70	3 846	0,	} Подъем
75	3 846	0,	
80	4 167	0,	
85	18 182	1,4	} 6000 м
90	26 667	1,8	
95	30 769	2,0	
100	28 571	2,1	} Дан кислород
105	28 571	2,1	
110	30 769	2,5	
115	30 769	2,8	

Сравнительная оценка видимости световых сигналов красного и зеленого на разных высотах в процентном отношении к наблюдению на земле показывает, что падение чувствительности к красному цвету

меньше, чем для зеленого, причем в условиях лунного освещения падение чувствительности к цвету меньше, чем в абсолютной темноте (рис. 9).

Интересно отметить, что в большинстве случаев мы имеем в процентном отношении на высоте большее падение цветовой чувствительности глаза, чем световой. Наибольшая разница получена для зеленого цвета в условиях лунного освещения. В некоторых случаях, правда, подобного различия мы и не наблюдали.

На табл. 4 и рис. 10 представлены данные падения чувствительности к цвету и свету (ощущение серого) в процентном отношении к наблюдению на земле, если мы примем данные наблюдения на земле за 100%.

Спрашивается, не указывает ли этот факт на большее нарушение цветовой чувствительности глаза по сравнению со световой, тем самым на

большее нарушение цветовой воспринимающей функции колбочкового аппарата по сравнению со световоспринимающей?

Мы указали уже, что на зеленый цвет, а также на синий мы наблюдали на высоте 4500 м и 6000 м для наших условий опыта, полное исчезновение цветности.

Обычно же испытуемые показывали, что насыщенность цвета на высоте значительно меньше, чем при наблюдении на земле.

За большую чувствительность к недостатку кислорода именно цветовой воспринимающей функции колбочкового аппарата зрения может говорить, наконец, и тот отмечавшийся уже нами выше факт, что 10-минутное пребывание на земле оказывается здесь все еще недостаточным для того, чтобы нарушенная цветовая чувствительность вернулась к норме, (см. выше рис. 5 и 6).

Что кислородное голодание является одним из факторов, понижающих чувствительность глаза к цветам, по нашему, является неоспоримым. Возможно, что кратковременная дача кислорода в течение 10 мин. является недостаточной для восстановления нарушенной функции цветоощущения, но и более длительная: (в течение 25 мин.) дача кислорода также не повысила чувствительности глаза на синий цвет до чувствительности на земле.

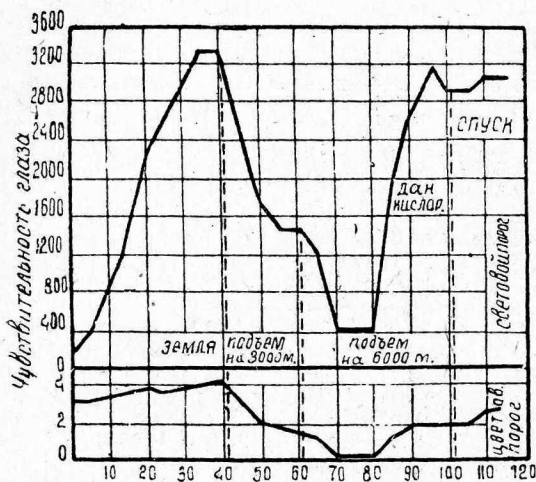


Рис. 8.

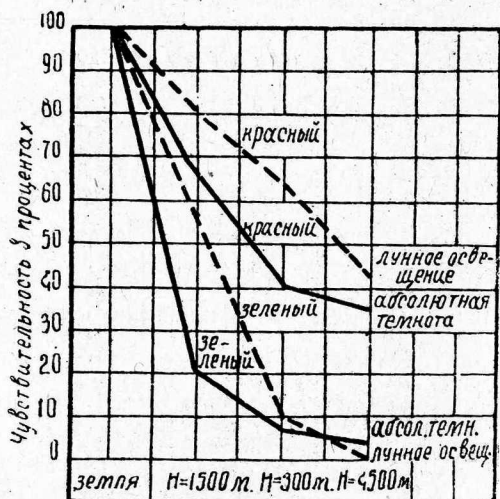


Рис. 9.

ТАБЛИЦА 4

№№	Земля		1500 м		3000 м		4500 м		6000 м		Примечание
	Чувствительность в %										
	к свету	к цвету	к свету	к цвету	к свету	к цвету	к свету	к цвету	к свету	к цвету	
1	100%	100%	91,5	77,4	68,98	63,5	46,8	41,7	—	—	Красн. цвет, лунное освещ.
2	"	"	73,7	86,7	66,5	59,3	18,82	20,0	—	—	" "
3	"	"	—	—	67,4	58,4	50,0	48,8	26,5	32	" "
4	"	"	70,0	61,5	61,5	50,0	58,3	42,2	41,6	27,7	" "
1	"	"	49,6	62,9	45,2	38,7	22,9	34,2	—	—	Красный, абс. темн.
2	"	"	56,8	40,0	38,4	27,2	50,5	18,5	—	—	Красный, абс. темн.
1	"	"	84,1	53,0	27,5	8,3	20,1	0	—	—	Зелен. цвет, лунное освещ.
2	"	"	100	46,9	89,1	32,8	29,8	3,3	—	—	" "
1	"	"	44,4	19,8	56,7	5,9	28,9	3,2	—	—	Зеленый, абс. темн.
2	"	"	100	25,8	82,2	15,1	57,0	6,4	—	—	" "
1	"	"	87,1	82,2	64,2	23,0	56,1	22,2	—	—	Син. цвет, лунное освещ.
1	"	"	75,4	75,5	51,6	46,0	15,7	46,0	—	—	Син. абс. темн.

Несомненно, что аноксемия оказывает свое действие на восприятие цвета. Механизм этого действия является не вполне изученным и требует новых экспериментов.

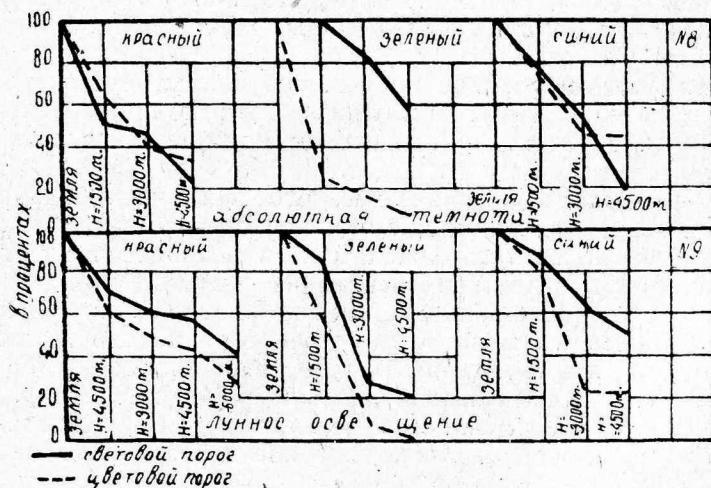


Рис. 10.

Для разрешения вопроса о механизме действия пониженного барометрического давления и связанного с ним кислородного голодания, мы поставили опыты в барокамере по электровозбудимости глаза.

Как известно электрический ток действует на зрительно-нервный аппарат, вызывая световое явление, так наз. фосфены.

Методика исследования электровозбудимости глаза заключалась в следующем: мы измеряли электровозбудимость не в вольтах, как это делали другие авторы, а силой тока в микроамперах. При этом до известной степени устраняется действие факторов, влияющих на постоянство показаний, а именно:

1. Поверхность электрода и его контакт с кожей.
2. Степень влажности его.
3. Электропроводность кожи века.

В качестве электрода мы применили, наполняемую физиологическим раствором глазную ванночку, которую прикладывали к полуоткрытому глазу. Второй электрод прикладывался к предплечью. Катод на глаз, анод к руке. Электроды из одного металла — серебряные. Ток мы брали потенциометрически от 2-вольтового аккумулятора.

Для устранения вышеуказанных неблагоприятных моментов мы применяли при своих исследованиях целый ряд предосторожностей.

1. Поверхность электродов в наших опытах была постоянной.
2. Жидкость электрода непосредственно соприкасалась с конъюнктивой глазного яблока. Обращалось особое внимание на смачиваемость электрода идущего к руке и на наполнение ванночки физиологическим раствором.
3. В виду возможности увлажнения пальцев и руки, удерживающих глазную ванночку, мы применяли резиновые перчатки.

Соблюдая эти предосторожности, мы имели довольно постоянные показания.

Необходимо отметить, что эффект получается и с переменным током, но исследование с этим током в барокамере, в виду ее электропроводности, является рискованным.

Для сравнения данных при исследовании темновой адаптации в барокамере мы применяли одну и ту же методику: 20 мин. адаптации к темноте, 10 мин. дезадаптации, после чего мы начинали исследование через 5-минутные промежутки.

Исследование велось вначале 20 мин. на земле, затем в течение 10-минутного подъема на заданную высоту (1500 м, 3000 м и 4500 м), далее на высоте в течение 30 мин., на 40-й и до 50 мин. давали кислород, после 60-й мин. в течение 10-минутного спуска на землю и 10-минутного пребывания на земле.

В некоторых случаях исследование было более продолжительно: на высоте 50 мин. дача кислорода от 40-й до 50-й мин. в течение 10 мин.

Всего нами исследовано 4 человека, поставлено 12 опытов. Данные, которые мы получили, чрезвычайно постоянны. На рис. 11 мы представляем результаты исследования электрической чувствительности глаза на разных высотах.

Как видим, чем больше высота, тем больше понижена электрическая чувствительность глаза, причем это констатируется уже на высоте 1500 м. Дача кислорода, спуск повышают чувствительность глаза до чувствительности на земле.

Если мы примем во внимание, что дача кислорода на высоте (на 40—50-й мин.) дает резкое повышение световой чувствительности глаза, когда можно считать фотохимические процессы в сетчатке заканчивающимися; это дает нам основание сделать заключение, что мы имеем дело с влиянием аноксемии на зрительно-нервный аппарат глаза. Необходимо указать, что, изучая электровозбудимость глаза, мы не можем дифференцировать действие аноксемии на нервные клетки глаза от действия на центральную нервную систему.

Однако, как показывают личные наблюдения и исследования других авторов, аноксемия оказывает сильное неблагоприятное действие на деятельность центральной нервной системы, вызывая резкие расстройства нервно-психического характера, которые Barcroft сравнивает с расстройствами при алкогольном отравлении.

„При аноксемии“, говорит Barcroft, „первыми нарушаются функции центральной нервной системы, что находит свое выражение в заторможенности нервно-психических процессов и в расстройстве реакции на простые раздражения“.

В. В. Стрельцов, на основании большого количества опытов как в барокамере, так и в полете, говорит, что „большинство высотников отмечает сонливость, рассеянность сознания, безразличное отношение к показаниям приборов и быстропереходящее обморочное состояние, при малейших мышечных напряжениях“.

Все это с несомненностью позволяет установить, что аноксемия, возникающая при подъеме на большую высоту, сказывается в первую очередь в резком нарушении функции центральной нервной системы и особенно высших ее отделов, коры полушарий головного мозга.

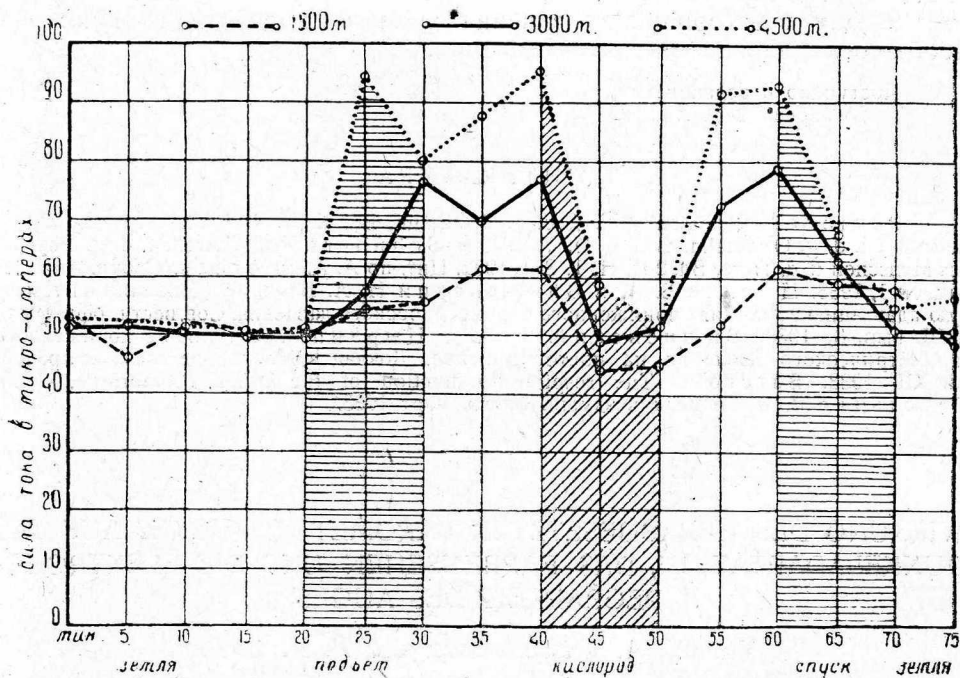


Рис. 11.

Итак, на основании наших исследований, мы приходим к следующему заключению:

1. Аноксемия понижает световую, цветовую и электрическую чувствительность глаза.
2. Чем больше высота, тем больше нарушено свето- и цветоощущение: при этом отклонение от нормы констатируется уже на высоте 1500 м.
3. Кратковременная дача кислорода не вполне восстанавливает цветовую чувствительность глаза, в то время как почти в полной мере восстанавливает периферическую темновую адаптацию и электрическую чувствительность глаза.
4. Цветные объекты, видимые на больших высотах (4500 и 6000 м), кажутся менее насыщенными; при этом ослабление насыщенности может доходить даже до полной потери цветности. В условиях нашего опыта зеленый и синий свет казались бесцветными.
5. Отношение пороговой чувствительности на разные цвета (красный и зеленый) на высоте резко меняется по сравнению с чувствительностью на эти цвета на земле.

6. Величина пороговой чувствительности темноадаптированного глаза определяется не только течением и уровнем фотохимической реакции, но и процессами, разыгрывающимися в центральной нервной системе.

7. Аноксемия в первую очередь нарушает цветовоспринимающую функцию колбочкового аппарата по сравнению со световоспринимающей. Есть основание предполагать, что аноксемия действует в большей степени на колбочковый аппарат глаза по сравнению с палочковым.

8. Аноксемия безусловно действует на центральную нервную систему, вызывая понижение изучаемых нами функций глаза.

9. Для всестороннего изучения механизма действия аноксемии необходимы дальнейшие исследования.

Поступило в редакцию

25 апреля 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

Penichet. Ref. Zentralbl. f. d. g. Ophthalm. Bd. X. H. 5, 1923. Berence. Ref. Zentralbl. f. d. g. Ophthalm. Bd. X, H. 7, 1923. — Schubert. Pflüg. Arch. f. d. g. Physiol. des Menschen u. d. Tiere, Bd. 231, H. 1, S. 1, 1932. Цит. по А. А. Сергеев. Сборн. Авиамедиц. № 1, 1933. Цырлин Б. А. и Вишневский Н. А. Влияние аноксемии на темновую адаптацию в условиях пониженного барометрического давления. Сов. вестн. офтальмол., т. III, вып. 3, 1933. Вишневский Н. А. и Цырлин Б. А. Влияние пониженного барометрического давления на цветоощущение. Доклад в Моск. о-ве глазных врачей, 28. XII. 1933. Barcroft. The respiratory function of the blood. Cambridge, 1925. Стрельцов В. В. Вестник воздушн. флота, март 1933.

WIRKUNG DES HERABGESETZTEN BAROMETERDRUCKES AUF DIE DUNKELADAPTATION, DAS FARBENSEHEN UND DIE ELEKTROERREGBARKEIT DES AUGES

Von N. A. Wischnewsky und B. A. Zirlin

1. Die Anoxaemie setzt die Licht-, Farben- und elektrische Erregbarkeit des Auges herab.

2. Je grösser die Höhe, desto stärker ist die Licht- und Farbenwahrnehmung gestört.

3. Die kurzdauernde Verabreichung von Sauerstoff stellt die Farbenwahrnehmung des Auges nicht in vollem Masse wieder her, während die periphere Dunkeladaptation und die elektrische Erregbarkeit des Auges beinahe in vollem Masse wiederhergestellt wird.

4. Die farbigen Objekte, welche auf grossen Höhen (4500 und 6000 m) sichtbar sind, scheinen weniger gesättigt zu sein; die Abschwächung der Sättigung kann sogar zum vollständigen Verlust des Farbensehens führen. In den Bedingungen unseres Versuchs schienen grünes und blaues Licht farblos zu sein.

5. Die Schwellenempfindlichkeit in bezug auf verschiedene Farben (Rot und Grün) unterliegt auf der Höhe grossen Veränderungen im Vergleich zu der Empfindlichkeit gegen diese Farben auf der Erde.

6. Die Grösse der Schwellenadaptation des dunkel adaptierten Auges wird nicht nur durch den Verlauf und das Niveau der photochemischen Reaktion, sondern auch durch die Prozesse bestimmt, welche sich im Zentralnervensystem abspielen.

7. Die Anoxaemie stört vor allem die Farbenempfindlichkeit der Zapfenschicht im Vergleich zur Lichtempfindlichkeit. Es liegen Gründe zur Vermutung vor, dass die Anoxaemie in stärkerem Grade auf die Zapfenschicht des Auges, als auf die Stabchenschicht einwirkt.

8. Die Anoxaemie wirkt ohne Zweifel auf das Zentralnervensystem ein, wobei sie eine Herabsetzung der von uns untersuchten Funktionen des Auges herbeiführt.

9. Für die allseitige Untersuchung des Mechanismus der Anoxaemiewirkung sind weitere Untersuchungen notwendig.

ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ВОЗБУДИМОСТИ ОРГАНА СЛУХА О ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ НА ПОРАЖЕННЫЙ СЛУХОВОЙ ПРИБОР

А. М. Андреев, А. А. Волохов и Г. В. Гершуни

Из отдела специальной и эволюционной физиологии ВИЭМ (зав. — проф. Л. А. Орбели) и из клиники болезней уха, горла и носа ВМА (нач. — проф. В. И. Войчек).

Экспериментальное изучение функций нервных путей органа слуха может идти различными путями. Одним из методов подобного анализа может являться исследование тех электрических явлений, которые возникают при деятельности нервных элементов слухового прибора. Подобные исследования на теплокровных животных ведут свое начало от работ Forbes, Miller и O'Connor (1927) и Weyer и Bray (1930).

Для изучения функциональных свойств нервных элементов слухового прибора у человека представлялось возможным пойти другим путем, пользуясь методом электрического раздражения. Этот метод, нередко применяемый при изучении ряда органов чувств (напр. глаза, вестибулярного аппарата), оказался совершенно забытым в отношении органа слуха несмотря на капитальные исследования Brenner'a (1868), который разработал методику электрического раздражения слухового аппарата. Те немногие работы, которые касались этого вопроса в последующие годы [напр. Kiesselbach (1883), Ramadier (1927)], мало что прибавили к данным, полученным Brenner'ом.

Анализируя явления, наблюдаемые при прохождении постоянного тока или отдельных импульсов тока (конденсаторные разряды) через неповрежденный слуховой прибор, Волохов, Гершуни и Лебединский (1934) пришли к выводу, что возникающие слуховые ощущения обязаны непосредственному электрическому раздражению волокон или окончаний слухового нерва. Эти выводы были подтверждены более детальными исследованиями на больных [Андреев, Волохов и Гершуни (1934)], у которых были выключены функции среднего и внутреннего уха. Полученные количественные характеристики возбудимых элементов (хронаксия и вся strength-duration curve) могли быть отнесены таким образом к волокнам или окончаниям слухового нерва. Величины хронаксии, весьма близкие к величинам, получаемым при раздражении других афферентных нервных волокон, дали возможность утверждать, что нет оснований допускать для нервных путей слухового прибора особых свойств, отличающих их от свойств всех других известных нам нервных волокон, так как это делается некоторыми авторами (Boring, 1926).

Задачей настоящего исследования являлось дальнейшее изучение электрической возбудимости слухового прибора. Изучались явления, возникающие при прохождении через ухо переменных токов разной частоты, начиная от 5 до 6000 колебаний в сек. (герц). Этим путем мы пытались подойти экспериментально к чрезвычайно важному для физиологии слуха вопросу о том, каков характер возникающих ощущений при разной частоте раздражения волокон слухового нерва. Опыты ставились главным образом на лицах с полным или почти полным поражением слуха, наступившим в результате патологических процессов во внутреннем ухе, так как только при выключении воспринимающего звуковые раздражения аппарата (улитки) можно было быть уверенным в непосредственном раздражении нервных элементов слухового прибора.

Методика

Подробное описание методики дано в работе Волохова и Гершуни (1934). В основном она состояла в следующем: в наружный слуховой проход и в полость среднего уха наливался физиологический раствор; в жидкость вставлялся тонкий серебряный электрод; при перфорации барабанной перепонки он обычно устанавливался у промоториума (рис. 1); другой (индифферентный) электрод прикреплялся к тыльной поверхности предплечья. Через цепь пропускались переменные токи разных частот. Источником переменного напряжения служил ламповый генератор низкой (звуковой) частоты. Сила тока в цепи измерялась при помощи вакуумной термопары. Сопротивление цепи тела измерялось при помощи мостика, балансирующее плечо которого состояло из сопротивления и параллельно включенной емкости. Напряжение измерялось с помощью лампового вольтметра.

Кроме того мы пользовались для раздражения слухового прибора одиночными разрядами конденсатора (емкость $0,5 \mu F$) через неоновую лампу (по схеме Schemin-zky). Диапазон частот от 0,5 до 30 разрядов в секунду.

Всего было исследовано 10 человек с поражениями внутреннего уха и 12 человек с поражениями среднего уха.

Характер поражений устанавливался на основании полного клинического обследования. У лиц, относимых к группе с поражениями внутреннего уха, наблюдалось отсутствие реакции на камертоны А и С₃, речь ушной раковины и трещотку Ваганау. У большинства испытуемых этой группы имело место одновременное выключение всех элементов среднего уха. К этой же группе были отнесены два лица, у которых имелись остатки слуха: восприятие громкой речи ушной раковины и камертона С₃ в течение 5—10 сек., что соответствует повышению порога в 10^8 — 10^9 раз (см. табл. I, испыт. К-в и С-в).

У лиц, относимых к группе с поражениями среднего уха, имело место или оперативное удаление (радикальная операция), или полное уничтожение в результате патологического процесса всех аппаратов среднего уха, без одновременной потери слуха. Шопот различался этими лицами на расстоянии 0,5—4 м от раковины. Камертон С₃ воспринимался в течение от 30 до 60 сек. (повышение порога от 10^3 до 10^6 раз). Таким образом основным отличием между обеими группами является степень поражения слуховой функции внутреннего уха.

Все определения производились многократно в течение ряда дней. Испытуемые не были осведомлены о задачах исследования.

Опыты на лицах с поражениями внутреннего уха

Как отчетливо видно из приведенных данных, характер ощущений, возникающих при разных частотах, начиная от 50 до 5500 герц, один и тот же. Это одинаковый при всех частотах шум, похожий на жужжание шмеля или вой махового колеса, как образно определяли испытуемые. Так например, несмотря на многократные сравнения, один из испытуемых совершенно не мог отличить ощущения, возникающие при 50, 750 и 4000 герц (см. Ф-н, табл. I).

Следует иметь в виду, что определению порогов слуховых ощущений чрезвычайно мешают различные побочные ощущения со стороны кожи (болевые, тактильные, температурные) (см. табл. I и 2). В ряде случаев пороги болевой чувствительности настолько низки,

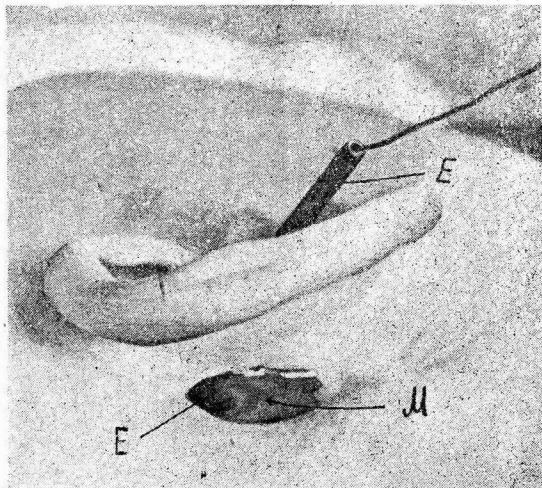


Рис 1. Положение диферентного электрода во время опыта [испыт. С-в.] На фотографии видна через заушный свич полость среднего уха (М), со стоящим у промоториума электродом (Е).

В таблице 1 приведены данные, касающиеся раздражения слухового прибора токами различной частоты.

ТАБЛИЦА 1

Частота колебаний в секунду	Фамилии испытуемых и характер поражений									
	С—в			Ф—н			К—в			
	Хронич. гнойн. отит и радикал. операция. Понижение слуха на исслед. ухе для камерт. С ₃ в 10 ^{8,5} раз. Сопротивление 1630 ом			Хронич. гнойн. двусторонн. отит с полной глухотой на оба уха. Сопротивл. 1100 ом			Двусторонн. гнойн. отит с понижением слуха на исслед. стороне в 10 ^{8,2} раза. Сопротивление 980 ом			
	Порог ощущ.		Характ. ощущений	Порог ощущ.		Характер ощущений	Порог ощущ.		Характер ощущений	
	в вольт.	в мА		в вольт.	в мА		в вольт.	в мА		
50			Низкий глухой шум		0,15	Жужжащий шум				Головокружение, звука нет
750	0,93	0,43	то же	—	0,62	то же	0,10	0,40		то же
869	1,08	0,60	"	—	0,71	"	0,11	0,51		"
1 064	1,10	0,70	"	—	0,82	"	0,28	0,52		Низкий гул
1 433	1,25	0,89	"	—	0,95	"	0,44	0,59		то же
2 000	1,05		"	—	1,11	"	0,43	0,69		"
2 200	1,34	1,05	"	—	1,16	"	0,51	1,05		"
4 000	1,37	1,26	"	—	1,34	"	0,88	1 26		"
5 500	1,78	1,43	"	—	1,54	"	0,56	0,94		"

что слуховых ощущений обнаруживать не удавалось. Иногда наблюдались также явления раздражения п. facialis, которые выражались в сокращении лицевых мышц. Нередко обнаруживались также явления со стороны вестибулярного аппарата, выражающиеся главным образом в головокружении.¹

Весьма вероятно, что именно этими мешающими обстоятельствами объясняются встречающиеся в литературе указания (см. Вренпер (1868), Kipfer) (1931) о невозможности обнаружения слуховых ощущений при прохождении переменного тока.

В ряде случаев однако, при достаточно тщательных определениях порогов, слуховые ощущения легко могли быть обнаружены в очень большом диапазоне частот без каких-либо сопутствующих побочных ощущений. Если изобразить относящиеся к этим опытам цифровые данные графически, получим кривые (рис. 2 и 3), свидетельствующие о совершенно определенных взаимоотношениях, существующих между пороговыми значениями силы тока и соответствующей частотой. Математически подобная кривая может быть выражена в виде формулы $i = KV\sqrt{f} + y$. Как легко видеть, речь идет о зависимости, близкой к закону Nernst'a, для возбудимых тканей. Как известно, согласно закону Nernst'a, пороговое значение силы тока

¹ Этот факт сам по себе представляет значительный интерес, так как до сих пор существует в литературе мнение, что вестибулярные реакции могут наблюдаться только при прохождении постоянного тока (см. например Vogel).

(i) пропорционально корню квадратному из частоты (f) при факторе пропорциональности K , т. е. $i = K\sqrt{f}$. Однако эта закономерность выражает лишь с известной мерой приближенности существующие отношения. Как показывают современные измерения на изолированном нерве [см. например Krüger], в определенных пределах частот наблюдаются значительные отклонения от квадратичного закона, что находит свое выражение в изменении показателя степени. В указанной нами формуле ($i = K\sqrt{f} + y$) y представляет собой некоторую сложную величину, выражающую отклонение от квадратичного закона

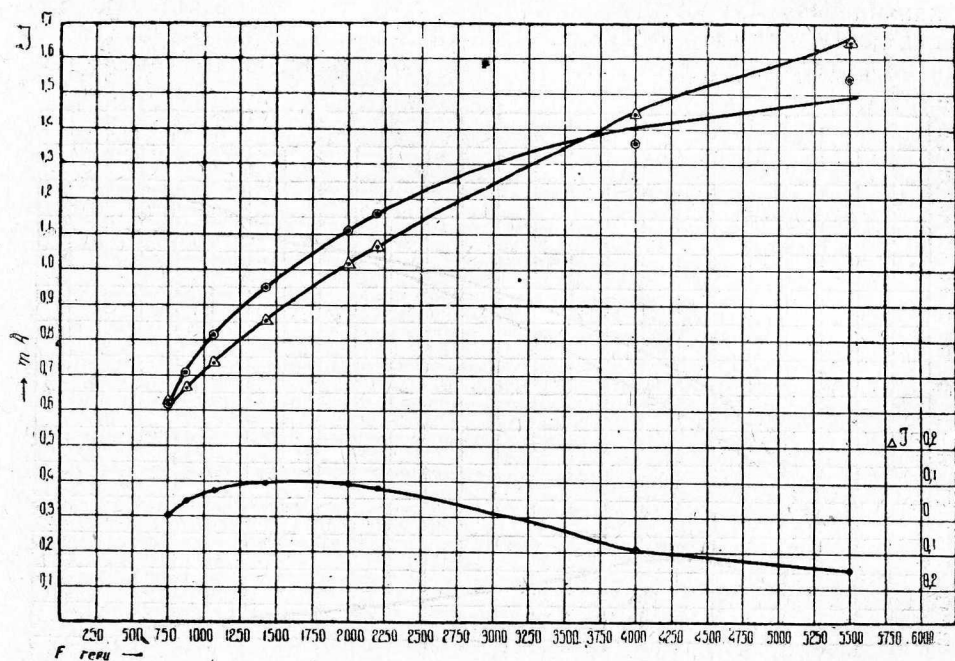


Рис. 2. На оси абсцисс — частота колебаний (f), на оси ординат — пороговые значения силы тока в миллиамперах (I).

⊙⊙⊙ — данные прямых измерений [экспериментальная кривая $I = K\sqrt{f} + y$]
 △△△ — данные расчета, показывающего течение явления согласно закону Нернста
 [теоретическая кривая: $I = K\sqrt{f}$]
 ●●● — отклонение экспериментальной кривой от теоретической (y); на оси ординат величина отклонения в мА (ΔI), кривая выражает значение y при разных частотах. Испытуемый Ф-н [табл. 1] — полная глухота.

(колебания y до 10% от i). Как видно на рис. 2 и 3, изменения y происходят по относительно сложной кривой, имея вначале положительное, а затем отрицательное значение. Реальный смысл этих изменений y не представляется ясным. Принимая во внимание гораздо большие трудности в производстве точных измерений в наших опытах, чем на нервно-мышечном препарате, мы с полным правом можем утверждать, что наблюдаемые нами явления в основном таковы же, как при раздражении других нервных образований.¹ В ряде опытов, как уже указывалось, имело место возникновение побочных, большей частью кожных ощущений. Это несомненно сказывалось на точности

¹ О применении закона Nernst'a к возбудимым элементам слухового прибора см. интересную работу Bekesy.

определений слуховых порогов, ибо разбросанность точек в этих опытах довольно значительна. Однако и здесь видна та же основная закономерность (рис. 4).

При изучении низких частот наблюдалось, начиная от 2—3 герц, возникновение слуховых ощущений, которые воспринимались, как отдельные редкие шумы. Затем при постепенном учащении отдельные шумовые ощущения сливались в сплошной жужжащий шум. Это слияние происходило при частотах от 30 до 60 герц (см. табл. 2). При раздражении конденсаторными разрядами частотой от 0,5 до 30 в 1 мин. испытуемые совершенно ясно различали отдельные шумы, похожие на капание капель, которые сливались в сплошной низкий шум при частоте 30 разрядов в секунду. При увеличении частот от 60 до 100 герц характер ощущений менялся; как выражались испытуемые, шум

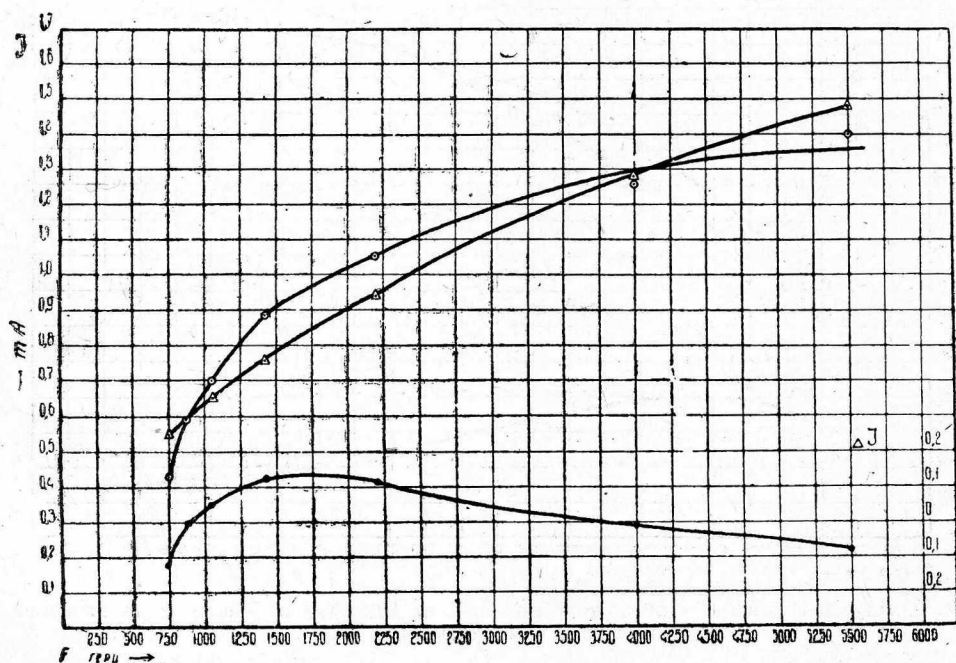


Рис. 3. Испытуемый С-в [табл. 1]. Обозначения те же, что на рис. 2.

становился более сплошным. Однако нередко при этих частотах не могли быть различены достаточно ясно ощущения, возникающие при 76 и 96 или даже в некоторых случаях при 50 и 750 герцах. При частотах выше 100 герц изменение характера ощущений уже не наблюдалось. Например при внезапном изменении частоты со 140 на 280 герц испытуемые не отмечали изменения характера шума (см. табл. 2).

При увеличении силы раздражающего тока слуховые ощущения становились более интенсивными, но изменение характера обычно не могло, быть обнаружено с достаточной ясностью. Однако у двух испытуемых совершенно отчетливо удалось наблюдать изменение характера ощущений при увеличении силы тока. Именно, при постепенном усилении тока вначале появляется шум, а затем возникает музыкальный, довольно высокий тон, напоминающий при сравнении с другим, не пораженным ухом, звук камертона C_3 . Это явление наблюдалось на тех же испытуемых, у которых удавалось отдельно определять хро-

ТАБЛИЦА 2

Частота колебаний в секунду	Ф а м и л и и ы с п ы т у е м ы х					
	С—в			К—в (см. табл. 1)		
	Пороги ощущений		Характер ощущений	Пороги ощущений		Характер ощущений
	в вольт.	в мА		в вольт.	в мА	
6	0,99	0,11	Отдельные редкие шумы	—	—	Отдельные короткие шумы
17	0,56	0,14	Более частые шумы	0,05	0,015	Отдельные шумы в более частом ритме
30	0,66	0,17	Шум с частыми перерывами	0,12	0,05 (?)	То же самое только в очень частом ритме
45	0,80	0,19	Сплошной шум без перерывов	0,12	0,05 (?)	Шумовые удары в очень частом ритме; переход в жужжание
60	0,56	0,20	Шум еще более сплошной	0,12	0,07 (?)	Жужжание, но не сплошное
96	0,56	0,20	Такой же шум	0,12	0,09 (?)	Сплошное жужжание похожее на низкий гул
115	0,62	0,22	То же	0,16	0,07 (?)	То же самое
140	—	0,27	То же	0,16	0,07 (?)	То же
203	1,05	0,49	То же	0,40	0,10	То же
240	1,02	0,50	То же	0,40	0,22	То же
280	1,42	0,50	То же	0,84	0,48	То же
335	0,99	0,51	Звука нет; тактильн. ощущение	0,56	0,25	То же
390	—	—	—	0,11	0,22	То же
475	0,99	0,55	Тактильные ощущения; звука нет	—	—	—
550	1,12	0,61	То же	0,74	0,29	То же

Примечание. Точность измерений силы тока в опытах с низкими частотами [табл. 2], по ряду технических причин, значительно ниже, чем при более высоких частотах [табл. 1]. Кроме того, вследствие очень малых пороговых значений силы тока, ряд цифр мог быть получен только на основании косвенного расчета, а не из прямых измерений [эти цифры отмечены ?].

наксию по возникновению шумовых и тональных ощущений (Андреев, Волохов, Гершуни). При воздействии переменных токов мы видим также раздельное возникновение этих ощущений, причем пороги возбудимости для шума оказываются опять-таки более низкими. Чрезвычайно любопытно, что при очень низких частотах (5—30 герц) тональный компонент слышится в виде раздельных коротких звучаний, затем при увеличении частоты происходит постепенное слияние в сплошной тон (не чистый, так как одновременно слышен шум); высота тона совершенно одинакова при разных частотах раздражения. Это явление было отчетливо заметно у испытуемого К-а, который обладал очень хорошо развитым музыкальным слухом, мог воспроизводить воспринимаемый им тон. Следует отметить, что дальнейшее

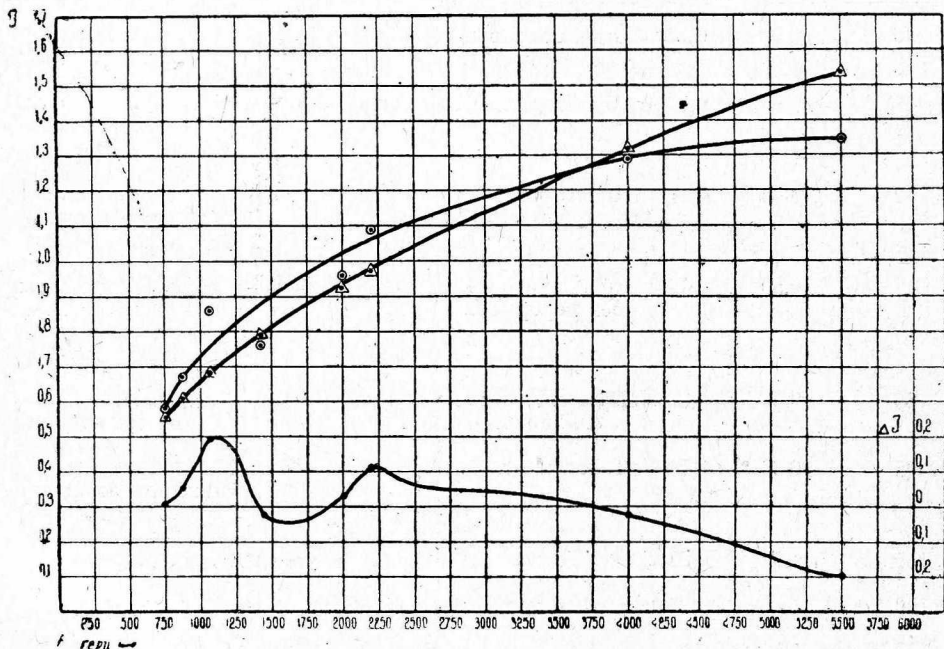


Рис. 4. Испытуемый П-о. Полная глухота. Обозначения те же, что на рис. 2 и 3.

усиление тока, вызывая увеличение громкости, не изменяло качества ощущения. Цифровые данные, относящиеся к изложенным опытам, приведены в табл. 3.

Таким образом, резюмируя данные, полученные на лицах с резким поражением внутреннего уха, следует отметить, что переменные токи вызывают слуховые ощущения, характер которых чрезвычайно постоянен и совершенно не меняется при частотах больших, чем 100 герц. Ощущения походят на жужжащий шум, с более или менее выраженным музыкальным компонентом. Пороговые значения тока для разных частот укладываются в закономерности, обнаруженные при раздражении других возбудимых тканей.

Совершенно ясно, что возникающие при прохождении переменных токов ощущения являются результатом непосредственного раздражения каких-то нервных элементов. Нет никаких оснований полагать, что при полной двусторонней глухоте или очень резком поражении рецептора (например испытуемый Ф-н, табл. 1) может идти речь о каком-либо косвенном раздражении нервных элементов, бла-

ТАБЛИЦА 3

Частота колебаний в секунду	Пороговые значения силы тока в мА (по возникновению шумового ощущения)	Пороговые значения силы тока в мА (по возникновению тонального ощущения)
115	0,07	0,09
140	0,07	0,17
170	0,07	0,17
203	0,15	0,30
240	0,22	0,5
280	0,43	0,55
390	0,22	0,57
1 433	0,59	0,77
2 000	0,69	1,30
Хронаксия ¹	0,38 σ	0,80 σ

Примечание. Б-ной К-в, см. табл. 1.

годаря возникновению при прохождении переменных токов механических колебаний и адекватного раздражения воспринимающего прибора [см. Волохов и Гершуни (1934)].

Раздражение каких же нервных элементов дает возникновение слуховых ощущений? Наиболее вероятным нам кажется предположение о непосредственном раздражении волокон слухового нерва. Такое допущение является единственно возможным для объяснения возникновения тональных ощущений, ибо нам неизвестны данные, которые бы свидетельствовали, что высоко дифференцированные музыкальные ощущения могут возникнуть при раздражении какого-либо нерва помимо слухового. Несколько сложнее обстоит дело с менее дифференцированными шумовыми ощущениями. Можно предположить, что в этом случае возникают вибрационные ощущения,² которые симулируют слуховые.

Следует отметить, что и в наших опытах в ряде случаев, при частотах от 20 до 80 герц, как побочные явления, наблюдались вибрационные ощущения, которые субъективно воспринимались, как дрожание в области слухового прохода. Характер этих вибрационных ощущений был совершенно отличен от слуховых.

Пытаясь исключить возможность возникновения вибрационных ощущений, мы исходили из данных Ггеу'я, который обнаружил, что возникающие при механических и электрических раздражениях (частота до 100 колебаний в секунду) кожи вибрационные ощущения совершенно исчезают после кокаиновой анестезии раздражаемого участка. Мы анестезировали у больных слизистую среднего уха, куда помещался электрод, вводя туда 1 см³ специального раствора (Mep-toli, Cocaini pur., Ac. carbol. liquefacti aa 1,0). Это вызывало полное исчезновение болевой чувствительности в области промоториума и резкое уменьшение тактильной. В одном случае была применена од-

¹ О методике определения хронаксии см. Андреев, Волохов и Гершуни.

² Этот термин мы применяем согласно определению Ггеу'я (1926).

новременно кокаиновая анестезия области наружного слухового прохода. Как показывают данные, приведенные в табл. 4, никаких отчетливых изменений порогов и характера ощущений не наступало.

ТАБЛИЦА 4

Частота колебаний в секунду	До анестезии		После анестезии	
	Пороговые значения тока в мА	Характер ощущений	Пороговые значения тока в мА	Характер ощущений
1379	0,96	Слышит низкий шум („воет как муха“)	0,95	Слышит низкий шум („воет как муха“)
1379	1,06	„	0,95	„
1379	1,00	„	0,97	„
1833	1,33	„	1,30	„
1833	1,42	„	1,32	„

Следует также отметить, что у испытуемых с поражениями внутреннего уха слуховые ощущения при переменном токе возникали только тогда, когда жидкость заполняла полость среднего уха. В случаях подобных же поражений без перфорации барабанной перепонки, когда жидкость заполняла только полость наружного слухового прохода, слуховых ощущений не наблюдалось. Таким образом возникновение этих ощущений очевидно связано с распространением тока из области среднего, а не наружного уха. Из среднего уха должно несомненно происходить ветвление тока по разным путям и в первую очередь через внутреннее ухо, ибо обе эти части слухового аппарата разделены лишь тонкими мембранами, по обоим сторонам которых находится хорошо проводящая жидкость (физиологический раствор — перилимфа). Из этого следует, что возникновение слуховых ощущений связано с прохождением тока через внутреннее ухо.

Приведенные данные таким образом свидетельствуют, во-первых, что анестезия области наружного и среднего уха не сказывается на порогах возникающих ощущений, во-вторых, что вибрационные ощущения носят совершенно другой характер, чем слуховые, и в-третьих, что возникновение ощущений наблюдается только при распространении тока через полость среднего (а следовательно и внутреннего) уха. Все это свидетельствует о том, что возникновение ощущений связано с раздражением каких-то элементов, находящихся во внутреннем ухе. Поэтому нам кажется несравненно более вероятным объяснять возникновение слуховых ощущений раздражением волокон акустического нерва, а не какого-либо другого. Как мы уже указывали, при возникновении тональных ощущений такой вывод представляется единственно возможным.

Опыты на лицах с поражениями среднего уха

У лиц, у которых выключены все элементы среднего уха без одновременного резкого поражения слуховой функции, наблюдаются при прохождении переменных токов явления, которые глубоко отличны от описанных выше. В основном полученные результаты таковы

же, как в случаях раздражения нормального слухового прибора [см. Волохов, Гершуни, Лебединский; Волохов и Гершуни (1934)]. Именно: возникающие слуховые ощущения носят музыкальный характер и вполне соответствуют ощущениям, наблюдаемым при данной частоте адекватного раздражения (табл. 5). Таким образом может быть совершенно ясно определено всякое изменение частоты раздражения. Пороговые значения силы тока для разных частот отнюдь не

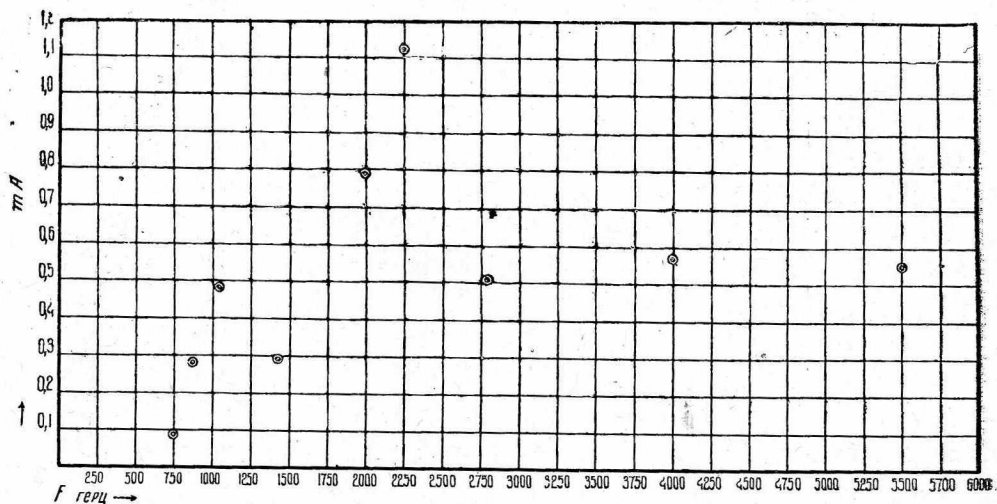


Рис. 5. Испыт. Б-а. Полное удаление всех элементов среднего уха. Понижение слуха для камертона C_3 в 10^4 раз.

укладываются в формы закона Нернста, так как это наблюдалось при поражениях внутреннего уха. Разбросанность отдельных точек так велика, что трудно найти какую-либо закономерность (рис. 5). Глубокое отличие явлений, наблюдаемых при прохождении переменных токов через пораженные в разной степени слуховые приборы, ясно видно из сравнения табл. 1 и 5.

ТАБЛИЦА 5

Испытуемый Л—н. Хронический гнойный отит. Понижение слуха для камертона C_3 в 10^4 раз

Частота колебаний в секунду	Пороги ощущений		Характер ощущений	Частота колебаний в секунду	Пороги ощущений		Характер ощущений
	в вольт.	в mA			в вольт.	в mA	
6		0,17	Головокр.	750	0,74	0,30	При частотах от 203 до 5 500 слышит музыкальные звуки, по высоте соответствующие данной частоте колебаний. При сравнении со звуком в телефоне полное совпадение ощущений при электрическом и адекватном раздражениях
30		0,24	То же	869	0,64	0,43	
60		0,29	Боль	1 064	0,19	0,27	
96		0,19	Головокр.	1 433	0,72	0,63	
140		0,15	То же	2 000	0,50	0,51	
203		0,23	Низк. тон				
280		0,26	Более выс. тон	4 000	1,18	1,26	
390		0,29	Тон еще выше	5 500	1,84	1,63	
670		0,29	Боль				

Еще более отчетливо это различие выступает при сравнении явлений, наблюдаемых на одном и том же человеке, при полном выключении слуховой функции слева и выключении функции среднего уха справа (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Частота колебаний в секунду	Левое ухо, полная глухота	Правое ухо, понижение слуха для камертона С ₃ в 106,5 раз	Примечание
	Пороги ощущений в мА	Пороги ощущений в мА	
60	0,08	0,14	Слева при всех частотах один и тот же жужжащий шум Справа тоны соответствуют данной частоте колебаний, как и при адекватном раздражении
140	0,40	0,10	
280	0,53	0,08	
550	1,18	0,20	
2 000	4,92	0,57	
5 500		0,37	

Примечание. Справа и слева удаление всех элементов среднего уха, слева в результате поражения внутреннего уха практически полная глухота, справа только понижение слуха (испыт. В-в).

Как видно из таблицы 6, отличны не только ощущения, но и пороговые значения силы тока и характер их изменения с частотой справа и слева. Так, на стороне поражения внутреннего уха (слева) пороги неуклонно возрастают с частотой, и их абсолютные значения, начиная от 140 герц, значительно выше порогов справа. Подобное же различие в порогах ясно видно при сравнении табл. 1 и 5.

Интересно, что у испытуемого В-а (табл. 6) при одновременном подведении к левому электрического, а к правому адекватного раздражений одной и той же частоты (140 герц) — цельного (бинаурального) слухового изображения не возникало. Справа и слева возникали раздельно совершенно различные по характеру слуховые ощущения. Подобное явление наблюдалось на нескольких лицах, у которых имелись значительные односторонние поражения слуха. Между тем у лиц с сохраненной функцией улитки одновременное подведение к одному уху — электрического, а к другому — адекватного раздражения вызывало образование цельного бинаурального изображения (Волохов и Гершуни, 1934).

Следует отметить, что у некоторых лиц с поражениями среднего уха и одновременно очень резким поражением слуха (в результате процессов во внутреннем ухе) картина разыгрывающихся при электрическом раздражении явлений совпадает с явлениями, наблюдаемыми при полной глухоте (табл. 1, испыт. К). Следовательно, переменные токи начинают вызывать явления, характерные для полного поражения функции внутреннего уха, и тогда, когда сохранены еще некоторые остатки слуха.

Таким образом все факты говорят о глубоком различии явлений, которые наблюдаются при прохождении переменных токов через поврежденные в различной степени аппараты внутреннего уха. Это вытекает, во-первых, из совершенно различного характера ощущений, возникающих при разных частотах, во-вторых, из различий в отноше-

ниях пороговой силы тока к частоте его колебаний и, наконец, в-третьих, из совершенно различных условий образования бинаурального изображения при подведении к одному уху электрического, а к другому адекватного раздражения.

Обсуждение

Выше был приведен ряд фактов, которые свидетельствовали, что явления, наблюдаемые при поражениях внутреннего уха, трудно объяснить иначе, чем непосредственным раздражением переменными токами волокон или окончаний слухового нерва. Подобные заключения не могут быть распространены на явления, наблюдаемые при поражениях, затрагивающих только аппарат среднего уха, так как вся картина при этом глубоко отлична. Эти различия в характере явлений очевидно свидетельствуют о различии механизмов воздействий тока в обоих случаях. Действительно, если бы при поражении и внутреннего и среднего уха раздражались в условиях наших опытов одни и те же нервные элементы, трудно было бы ждать каких-либо резких отличий в характере явлений. Между тем эти различия чрезвычайно велики. Эти различия в картине явлений вытекают несомненно из различий в функциональном состоянии внутреннего, а не среднего уха, ибо при полном вылущении содержимого среднего уха явления протекают в основном так же, как и при целости всего слухового прибора. Таким образом функциональная целостность слуховой части внутреннего уха (улитки) совершенно изменяет картину явлений, имеющую место при прохождении переменных токов.¹

Возвратимся теперь к более подробному обсуждению данных, полученных при поражениях слуховой функции внутреннего уха. Может быть высказано предположение, что переменными токами раздражаются не волокна или окончания акустического нерва, как указывалось выше, а клетки чувствительного эпителия. Такое предположение не представляется однако вероятным в условиях наших опытов, ибо при тех значительных изменениях во внутреннем ухе, которые наступали в результате распространения патологического процесса из среднего уха и вели к полной потере слуха, несомненно в первую очередь должны были поражаться те элементы, которые лежат в самой улитке, т. е. клетки чувствительного эпителия и проникающие в них нервные окончания. Поэтому мы с гораздо большим основанием можем отнести полученные нами функциональные характеристики к каким-то участкам пути кохлеарного нерва. Лежат ли эти участки до или после спирального узла — решить пока не представляется возможным.

Несомненно наиболее важным выводом, вытекающим из представленных нами данных, является отсутствие какой-либо прямой связи между частотой раздражения волокон слухового нерва и характером возникающих ощущений в очень большом диапазоне частот (от 100 до 5500 герц).

Мы не имеем никаких оснований считать, что отсутствие прямой зависимости между частотой раздражения нервных путей и качеством возникающих ощущений, имеющее место в представленных нами данных, есть результат патологической реакции не воспринимающего адекватные раздражения слухового прибора. Против подобного допущения несомненно говорят данные наличия подобной же реакции на

¹ Попытка анализа механизма воздействия переменных токов при вполне сохраненной функции улитки сделана в работе Волохова и Гершуни (1934).

переменные токи у лиц, у которых была сохранена способность воспринимать сложные слуховые ощущения (мелодии) при достаточной интенсивности адекватного раздражения (см. испыт. К-в, табл. 1, 2 и С-в. табл. 1).

Boeing в 1926 г., разбирая различные теории слуха, высказался в пользу взгляда о непосредственной связи между частотой импульсов в слуховых нервных волокнах и высотой воспринимаемого тона. Это привело его к допущению, что волокна слухового нерва могут проводить до 20 000 импульсов в секунду (верхняя граница слуха). Несколько иначе толкуют связь между частотой нервных импульсов и качеством ощущений так называемая volley-hypothesis [Wever (1933), см. также Adrian (1932)]. Согласно этому взгляду каждое волокно слухового нерва проводит определенное число импульсов (положим 500 в секунду) подобно нервным волокнам, идущим от других рецепторов. Однако благодаря одновременной деятельности большого числа отдельных нервных волокон, входящих в состав нерва, возникает совершенно другая общая частота (volley-frequency) токов действия, которая может быть синхронизирована с частотой воздействующих на ухо звуковых колебаний. Высказывается предположение, что общая частота импульсов в нервном стволе определяет высоту воспринимаемого тона.

Явления синхронизации между частотой воздействующего на рецептор раздражителя и возникающими в нерве потенциалами были обнаружены (до известного предела) при изучении потенциалов действия слухового нерва [Davis, Derbyshire, Lurie a. Saul (1934)], а также потенциалов действия нервных путей, идущих от кожных рецепторов [Cattell and Hoagland (1931)]. Однако, не говоря о том, что даже при этой деятельности большого числа нервных волокон максимальная общая частота импульсов не превышает 2000 в секунду (Davis и т. д.), предположение о прямой связи между этой общей частотой импульсов и высотой воспринимаемого тона является весьма проблематичным.

Наши опыты вставляют, в известной мере, недостающее звено в указанные выше логические построения, ибо дают возможность судить о характере возникающих ощущений при разной частоте раздражения слухового нерва. Полученные нами факты решительно говорят против прямой связи между частотой раздражения и характером возникающего ощущения. Соответственно, они очень трудно согласуются с возможностью подобной связи между частотой импульсов в нерве и высотой воспринимаемого тона. Вряд ли можно предполагать, что в наших опытах имело место раздражение настолько малого числа нервных волокон, что не могла возникнуть синхронизация между частотой импульсов и частотой раздражения. При увеличении силы переменных токов, когда несомненно имело место раздражение значительного числа нервных волокон, при резком увеличении интенсивности ощущения, характер его в той же мере не зависел от частоты, как и при более слабых силах тока. С этой точки зрения наши опыты говорят не только против частотной теории Boeing'a, с которой не согласуются также данные функциональной характеристики нервных элементов слухового прибора (хронаксия — Андреев, Волохов и Гершуни, рефракторная фаза — Волохов и Гершуни, 1935), но и против volley-hypothesis, допускающей прямую связь между общей частотой нервных импульсов и высотой возникающего тона.

Если исходить из взглядов так называемых place-theories, кладущих в основу представление Helmholtz'a о наличии большого числа

отдельных групп нервных волокон, из которых каждая при возбуждении дает определенное ощущение высоты тона, мы в праве были бы ожидать при постепенном усилении тока очень большого разнообразия ощущений, соответственно с увеличением числа раздражаемых нервных волокон. Однако при изменении интенсивности раздражения мы могли обнаружить только два различных ощущения: при более слабых силах тока — шум, при более сильных — постоянный по высоте музыкальный тон (табл. 3).

Таким образом данные электрического раздражения нервных путей слухового прибора, как бы ни толковать их, несомненно свидетельствуют, что связь между возбуждением нервных путей и характером возникающих слуховых ощущений более сложна, чем это представляется многими теориями слуха.

Выводы

1. При пропускании переменных токов различной частоты (от 5 до 6000 колебаний в секунду) через тело (электрод в полости среднего уха) у лиц с резкими поражениями внутреннего уха наблюдается возникновение слуховых ощущений.

Эти ощущения возникают при самых низких частотах (5 герц) и носят характер отдельных коротких шумов. Затем, при увеличении частоты до 30—40 герц, происходит слияние этих отдельных ощущений в сплошной жужжащий шум. Начиная от 100—120 вплоть до 6000 герц, характер возникающих ощущений постоянен при всех частотах.

2. У некоторых испытуемых удается при усилении тока наблюдать кроме ощущений шума тональные ощущения. Высота тона постоянна при всех частотах раздражения.

3. Пороговые значения силы тока в мА оказываются различными для разных частот. Зависимость между пороговой силой тока (I) и частотой колебаний (f) оказывается близкой к квадратичному закону Nernst'a и может быть выражена формулой: $I = K\sqrt{f} + y$.

4. При прохождении переменного тока через ухо, помимо слуховых, наблюдается возникновение кожных ощущений (тактильных, болевых, температурных). Могут также наблюдаться явления раздражения вестибулярного аппарата. Приводятся данные, которые свидетельствуют, что наблюдаемые слуховые ощущения являются результатом раздражения слуховых нервных волокон, а не волокон каких-либо других нервов.

5. При прохождении переменных токов через слуховой прибор у лиц с сохраненной функцией улитки (при поражении среднего уха) явления резко отличны от описанных в пункте 1. Именно: возникающие ощущения вполне напоминают по своему характеру ощущения, наблюдаемые при той же частоте адекватного раздражения.

6. Указывается, что механизмы возникновения ощущений при прохождении переменных токов через слуховые приборы с пораженным внутренним и средним ухом совершенно различны. Если в первом случае речь идет о непосредственном раздражении нервных путей, то во втором — о каких-то процессах, связанных с деятельностью улитки.

Указывается, что неизменность характера ощущения при разных частотах раздражения волокон слухового нерва свидетельствует против теорий слуха, непосредственно связывающих частоту импульсов в нервных волокнах с высотой воспринимаемого тона. Отмечается, что наблюдаемые явления свидетельствуют об очень сложных отношениях между процессом возбуждения нервных путей и характером возни-

кающих ощущений. Эти явления, трудно объяснимые с точки зрения многих теорий слуха, нуждаются в дальнейшем экспериментальном изучении.

Поступило в редакцию
6 ноября 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

Adrian E. D. The mechanism of nervous action, 1932. Андреев А. М., Волохов А. А. и Гершуни Г. В. Физиолог. журн. СССР, XVII № 3, 1934 г. Bekesy G., Physical. Zeitschr. 30, стр. 721, 1929. Boring E. G. Americ. Journ. Psychol. 37, стр. 157, 1926. Brenner R. Untersuch. u. Beobacht. auf d. Gebiete d. Elektrotherapie, Leipzig 1868. Cattella. Hoagland. Journ. of Physiol. v. 72, стр. 392, 1931. Волохов А. А. и Гершуни Г. В. (а). Физиолог. журн. СССР, XVII, стр. 1259, 1934 г. Волохов А. А. и Гершуни Г. В. (б). Физиолог. журн. СССР XVIII вып. 4, 1935 (печ.). Волохов А. А., Гершуни Г. В. и Лебединский А. В. Физиол. журн. СССР, XVII, стр. 169, 1934 г. Davis H., Derbyshire A., Lurié M. u. Saul. Americ. Journ. Physiol. 107, стр. 311, 1934. Forbes A., Miller R. u. O'Connor S. Americ. Journ. Physiol. 80, стр. 363, 1927. Frey M. Zeitschr. f. Biologie, 65, стр. 417, 1915. Frey M. Handbuch. d. norm. u. pathol. Physiologie, Bd. XI, 1931. Kiesselbach W. Pflüg. Arch. 31, стр. 95, 1883. Krüger R. Pflüg. Arch. 219, стр. 74, 1928. Kupfer E. Arch. f. Ohren u. s. w. Heilk. 128, стр. 339, 1931. Nernst W. Pflüg. Arch. 122, стр. 275, 1908. Ramadier S. Annal. d. maladies de l'oreille etc. 46, стр. 1189, 1927. Scheminzyky F. Zeitschr. f. Biol. 87, стр. 189, 1928. Vogel P. Pflüg. Arch. 230, стр. 16, 1933. Wever E. G. Physiolog. Review, vol. 13, стр. 400, 1933. Wever E. G. a. Bray Ch. W. Journ. of experim. Psychol. XIII, стр. 373, 1930.

ON THE ELECTRICAL EXCITABILITY OF THE HUMAN EAR. ON THE EFFECT OF ALTERNATING CURRENTS ON THE AFFECTED AUDITORY APPARATUS

A. M. Andreef and G. V. Gersuni, A. A. Volokhov

From the Department of Special and Evolutional Physiology of the Institute of Experimental Medicine (Chef—Prof. L. A. Orbeli) and from the Department of the Oto-Laryngology of the Military Medical Academy (Chef—Prof. W. I. Wojatchek), Leningrad

1. During the flow of alternating currents of various frequencies (from 5 to 6000 double vibrations per second) through an affected auditory organ (injury) inner ear electrode inserted in the cavity of the middle ear, the arising of auditory sensations is observed.

These sensations arise with frequencies of 1,5 d. v. and bear the character of separate short noises. At frequencies of the order of 30—40 d. v. a fusion of these separate sensations into a smooth buzzing noise occurs; beginning with frequencies of from 100—120 to 6000 d. v., the character of sensations remains unchanged.

2. On increasing the current strength it is possible to observe in some cases besides sensations of noise also tonal sensations. The pitch of the tone is constant during all the frequencies.

3. The threshold current strength in mA proves to be different for different frequencies. The relation between the threshold current strength (J) and the frequency of vibrations (f) can be expressed by the formula $J = K\sqrt{f} + y$.

4. During the flow of alternating current through the ear, besides auditory sensations, the arising of cutaneous (tactile, pain, temperature) sensations are observed. Irritation of the vestibular apparatus can also take place.

Data are given testifying that the observed auditory sensations are due to stimulation of the auditory nerve fibres and not of the fibres of any other nerves.

5. During the flow of alternating currents through the auditory apparatus, with normal cochlear function (the middle ear only being affected) the phenomena are distinctly different to those described in par. I. Namely: the sensations greatly resemble in character those observed during adequate stimulation.

6. It is indicated that the mechanisms of the origin of sensations during the flow of alternating currents through auditory apparatus with affected inner and middle ear are entirely different. If in the first case we deal with direct stimulation of nervous tracts in the second we deal with to some processes connected with the activity of the cochlea.

7. It is indicated that the constant character of sensations by different frequencies of stimulation of the auditory nerve fibres testifies against the theory of hearing, according to which the frequency of impulses in the nerve fibres is directly connected with the pitch of the perceived tone. It is indicated that the observed phenomena testify to the existence of very complicated relations between the process of the excitation of nervous paths and the character of the sensations produced. These phenomena which is difficult to explain from the viewpoint of frequency and volley-frequency theories of hearing require further experimental investigations.

К ФИЗИОЛОГИИ ИЗОЛИРОВАННЫХ ОТРЕЗКОВ ТОНКОЙ И ТОЛСТОЙ КИШЕК У ЧЕЛОВЕКА

О. В. Вернке и М. М. Левин

Из госпитальной хирургической клиники (зав. — проф. А. В. Мельников) и кафедры нормальной физиологии (зав. — проф. Г. Б. Фольборт) Харьковского медицинского института

Всякое подтверждение на человеке данных, полученных в эксперименте на животных, имеет исключительное значение, так как помимо важного фактического материала для физиологии человека такие исследования дают основание и для более широкого использования данных экспериментальной физиологии для физиологии человека. Эти данные получают еще большее значение, если они являются результатом не изолированного, случайного наблюдения над одним человеком, а установлены путем систематических наблюдений на ряде людей.

С этой точки зрения представляют интерес наши наблюдения над функцией изолированных отрезков тонкой и толстой кишки, проведенные на четырех человеках. Результаты наблюдений над первым больным были в 1926 г. опубликованы в работе одного из нас (Левин). Эти наблюдения относились к больному, которому с целью создания пластическим путем искусственного пищевода была произведена операция изолирования отрезка тонкой кишки в 20 см, выведение его на брыжейке из брюшной полости и включения в кожный лоскут живота с последующей полной перерезкой брыжейки.

Было установлено, что этот изолированный и денервированный отрезок тонкой кишки секретирует самостоятельно активный кишечный сок, содержащий основные кишечные ферменты (эрепсин, амилазу, липазу и инвертин). Кроме того тогда же нами впервые был установлен факт „периодической секреции“ Болдырева в этом изолированном отрезке кишки у человека и нарушение „периодической секреции“ в связи с приемом пищи.

В дальнейшем в условиях работы в хирургической клинике (Левин) нам представилось возможным проверить эти данные и провести ряд дополнительных наблюдений над еще тремя пациентами.

Первый случай относится к больному М., 18 лет, у которого в результате операции по поводу гнойного аппендицита образовался каловый свищ слепой и подвздошной кишки. Произведена операция двустороннего полного выключения свища: перерезаны толстая кишка на середине поперечной ободочной и тонкая на 25—30 см отступая от *plicae ileo-coecalis*. Все четыре конца закрыты наглухо обычным порядком. Непрерывность кишечника восстановлена путем наложения бокового анастомоза между подвздошной и поперечно-ободочной кишками. Таким образом каловый свищ переведен в слизистый. В брюшной полости остались на своих брыжейках два отрезка кишки: 1) слепой и восходящей толстой и 2) подвздошной. Открывались эти отрезки наружу двумя отдельными для толстой и тонкой кишки фистулами, разъединенными между собой у выходного конца баугиниевой заслонкой, т. е. имелись две кишечные фистулы по Thiry толстой и тонкой кишек.

После того как больной совершенно поправился после операции, нами на протяжении 4 месяцев произведены многочисленные исследования над отделением и свойствами сока тонкой и толстой кишек. В дальнейшем отрезки кишки были удалены вместе со свищами. Больной совершенно выздоровел.

Второй случай относится к больному Дан., 42 лет, у которого в результате пробной лапаротомии (предположение прободения язвы желудка) и последующего нагноения операционной раны образовались два рядом расположенных тоэкиических каловых свища. Произведена операция двустороннего полного выключения свищей: приводящая и отводящая петли тонких кишек перерезаны, все четыре конца закрыты наглухо обычным порядком, непрерывность кишечника восстановлена боковым анастомозом. Свищи относятся к подвздошной кишке и расположены на расстоянии 40—50 см от *plica ileo-coecalis*. В брюшной полости остались на своих брыжейках два слепо заканчивающихся отрезка тонкой кишки длиной в 25—30 см каждый, открывающихся фистулами на передней стенке живота, т. е. две типичных кишечных фистулы по Thiry. Больной быстро оправился и окреп, через 5 месяцев отрезки кишки были удалены вместе со свищами и дефект брюшной стенки закрыт. Больной совершенно выздоровел. Наблюдения были произведены в промежутке между второй и третьей операциями.

Третий случай относится к больной Дид., 18 лет, которой с целью создания пластическим путем предгрудинного пищевода в связи с атрезией пищевода после ожога едкой щелочью, была произведена операция изоляции отрезка подвздошной кишки и выведение его на брыжейке под кожу живота. Оба конца выведенного отрезка кишки вшиты в кожу по типу кишечной фистулы по Thiry-Vella. Непрерывность кишечника восстановлена боковым анастомозом. После того как больная совершенно поправилась, произведен ряд наблюдений над функцией этого кишечного отрезка.

Таким образом объектами наших наблюдений явились три тонкокишечных фистулы по Thiry, 1—по Thiry-Vella и 1 толстокишечная фистула типа Thiry.

Из всех свищей тонких кишек выделялся самостоятельно без всякого механического раздражения кишечный сок, который собирался нами при помощи шприца по мере вытекания и скопления его на коже в окружности фистул. Количество сока варьировало в широких пределах у каждого из наших больных, доходя иногда до 10—15 см³ и больше в течение часа.

Особое внимание мы уделили изучению состава кишечного сока. Имеющиеся в этом отношении единичные наблюдения (Орбели и Савич) не могут считаться вполне законченными, так как они относятся к кишечному соку человека, полученному при помощи механического раздражения слизистой кишки (марлевыми тампонами). Мы же получали у всех наших больных кишечный сок, выделявшийся из свищей, без всякого раздражения слизистой, т. е. в совершенно естественных условиях, и в этом отношении наши наблюдения являются первыми на людях. Мы могли установить, что сок тонких кишек у всех наших больных обычно состоял из двух частей: прозрачной, слегка опалесцирующей жидкой части, и быстро выпадающего хлопьевидного осадка, состоящего из слизистых комочков различной величины и плотности желтовато-зеленоватого или желтовато-серого цвета. Жидкая и плотная части сока в объемном отношении относились друг к другу в среднем как 1:1, иногда даже объемно превалировала густая часть над жидкой. Очень редко в условиях самостоятельного сокоотделения приходилось наблюдать отделение исключительно жидкого сока без слизистых комочков. Таковой отделялся главным образом при механическом раздражении отрезков кишки.

Микроскопическое исследование слизистых комочков устанавливает, что они состоят из гомогенной слизи, большого скопления белых телец, цилиндрических эпителиальных клеток и местами волокнистого фибрина в клочках. Таким образом нами установлено, что кишечный сок человека, получаемый в условиях его естественного отделения, так же как и кишечный сок собаки, состоит из двух частей: жидкой части и осадочной части.

Орбели и Савич не могли этого установить, так как в их опытах кишечный сок всегда собирался при механическом раздражении фистульного отрезка.

Что касается отделяемого фистулы толстой кишки, то в противоположность таковому тонких кишек, оно крайне скудное и без механического раздражения почти отсутствует. Нам удавалось в течение 2-3 часов получить из складок слизистой оболочки выпяченного наружу конуса кишки не более $0,5-1,0 \text{ см}^3$ стекловидного, тягучего сока с сероватой слизью, с запахом, слегка напоминающим запах кала. При механическом раздражении удавалось получать $2-3 \text{ см}^3$ в течение 1-2-3 часов.

Сок всегда был щелочной реакции. рН его колебался в разных порциях от 8,5 до 9,0.

Нами проведены многократные исследования сока этих фистул как тонких, так и толстых кишек на содержание основных ферментов кишечного сока. Мы вновь подтвердили содержание в соке тонких кишек человека эрепсина, амилазы, липазы, инвертина и киназы.

Эрепсин определялся по способу Sørensen'a: $1 \text{ см}^3-5\%$ раствора пептона, кипяченный, профильтрованный, нейтрализованный, ставился на переваривание с 1 см^3 кишечного сока в термостат при $t^\circ 38-40^\circ$ на 20 часов. По истечении срока переваривания прибавлялось определенное количество 50% нейтрализованного формалина и титровалось $\frac{1}{10} \text{ NaOH}$. Контролем служили подобная же проба с кипяченым кишечным соком. По разнице в количестве титра между испытуемой и контрольной пробамии определялась переваривающая сила сока. Переваривающая сила нашего сока, выраженная в кубических сантиметрах $1/10 \text{ NaOH}$, в разных исследованиях колебалась в пределах $2,0-4,0$ на 1 см^3 сока.

Амилаза определялась по Wohlgemuth'y. Диастатическая сила сока колебалась между $D_{20}^{38^\circ} - 10-40$, доходя в некоторых порциях до 80.

Кроме того мы определяли продукты расщепления крахмала по Bertrah'n'y, дававшее неизменно положительные результаты.

Липаза определялась расщеплением $10 \text{ см}^3 1\%$ водного раствора монобутирина на протяжении 20 часов при $t^\circ 38-40^\circ$ и последующим титрованием $1/100 \text{ NaOH}$. Липолитическая сила сока колебалась в среднем во всех наших случаях в пределах $1,0-1,6$ $1/100 \text{ NaOH}$ на 1 см^3 , причем в соке, содержащем большое количество слизистых комочков, содержание липазы всегда было большее, чем в жидком соке.

Инвертин определялся расщеплением свежесквашенного сахара и последующей пробой Fehling'a, дававшей неизменно положительные результаты. Сахар сам по себе давал с реактивом Fehling'a отрицательную реакцию.

Киназа определялась следующим образом (она определялась только у первых двух больных).

Мы брали по $2,0 \text{ см}^3$ зимогенного поджелудочного сока от специально приготовленной собаки с хронической панкреатической фистулой в две пробирки; в одну из них прибавляли $0,2$ кишечного сока человека, другая — контрольная. В обе пробирки клали меттовские белковые палочки, и пробирки ставили в термостат на 20 часов при $t^\circ 38-40^\circ$. В пробирке, где был кишечный сок, всегда было переваривание меттовских палочек, которое колебалось от $3,25$ до $5,25 \text{ мм}$ (в разных порциях), в пробирке без кишечного сока не было никакого переваривания. Кишечный сок без панкреатического также не давал никакого переваривания меттовских палочек.

В соке фистулы толстой кишки нам также удалось установить наличие эрепсина, липазы, амилазы и инвертина и, что особенно интересно, киназы. На этом последнем факте мы должны остановиться несколько подробнее, ибо, как известно, на основании опытов на животных до сих пор отрицается наличие киназы в соке слепой кишки. Так, Бабкин пишет: „Энтерокиназы сок слепой кишки не содержит. Прибавление его к панкреатическому соку даже замедляет трипсинизацию этого последнего (Стражеско)“. Мы специально проверили этот факт на нашем больном, у которого имелась фистула толстой кишки. Пользуясь тем, что слизистая фистулы толстой кишки при натуживании, покашливании больного, при лежании на правом боку

выпячивалась наружу в виде большого конуса и таким образом становилась совершенно доступной наблюдению глазом, мы провели ряд следующих наблюдений.

23/VI. Слизистая толстой кишки конусообразно выпячена наружу, никакого ее прикосновения со слизистой рядом расположенной фистулы тонкой кишки не имеет (последняя прикрыта марлевыми салфетками и отодвинута в сторону). Слизистая толстой кишки тщательно обмыта теплой водой. Самостоятельного отделения сока нет. Раздражая резиновой трубочкой слизистую выпяченного наружу конуса, удалось собрать шприцем за 2 часа $0,7 \text{ см}^3$ жидкого мутновато-серого сока с поверхности слизистой между складками. Этот сок испытан на содержание киназы (20 часов — 38°):

$2,0 \text{ см}^3$ панкреатического сока + $0,2 \text{ см}^3$ сока толстой кишки — переваривание	$1,75 \text{ мм}$
$2,0 \text{ см}^3$ панкреатического без кишечного	0
$0,2 \text{ см}^3$ кишечного без панкреатического	0

Это же исследование, повторенное несколько раз (27/VI, 7/VI и т. д.) в таких же условиях, давало нам неизменно те же результаты.

Таким образом нами установлено наличие в соке слепой кишки человека энтерокиназы, правда — в значительно меньшем количестве, чем в соке тонких кишок.

Во всех наших исследованиях сока на ферменты мы всегда прибавляли кристаллы тимола для противодействия размножению бактерий. Поэтому с целью более уверенного исключения влияния бактерий на ферментативный процесс мы провели ряд специальных бактериоскопических контролей над исследуемым соком. Для этой цели мы определяли содержание бактерий в испытуемых и контрольных колбачках до постановки в термостат и после извлечения из термостата, причем было установлено, что те колбачки, которые не содержали микробов до термостата, не содержали таковых и после двадцатичасового пребывания в термостате с тимолом, точно так же в тех колбачках, в которых были обнаружены микробы до термостата, количество последних к моменту извлечения из термостата не возрастало. Если же сок ставился без тимола, — количество бактерий резко возрастало. Таким образом мы могли убедиться в совершенной надежности тимола как задерживающего развитие микробов средства в наших исследованиях.

Мы проверили также стойкость ферментов кишечного сока человека. Для этого сок, сохраненный при комнатной температуре с прибавлением тимола, мы исследовали на ферменты через 20—30—45 дней стояния в пробирке. Мы могли обнаружить в таком соке наличие всех ферментов, как и в свежем соке.

Дальнейшие наблюдения были направлены на то, чтобы проверить у наших больных установленный Левиным факт наличия в изолированном отрезке тонкой кишки у человека „периодической секреции“ Болдырева.

Наши опыты велись следующим образом: утром натощак (последнюю еду больной получал накануне вечером за 12—14 часов до опыта) начиналось собирание сока по мере свободного вытекания его из свища. Сок собирался отдельными порциями за каждые 15 мин. в течение ряда часов. Все время наблюдения больной не получал никакой еды и ничего не пил. В ходе отделения сока можно было установить определенную строгую периодичность: „Периоды работы“ чередовались с „периодами покоя“, в строгой последовательности. „Периоды работы“ наступали через каждые $1\frac{1}{2}$ – $2\frac{1}{2}$ часа, а иногда и 3 часа и длились от 20 до 40 мин. За каждый такой период работы выделялось 5—8—12 и больше см^3 сока различно в разные дни и у разных наших больных.

Для иллюстрации этого процесса приведем здесь несколько протоколов наблюдений „периодической секреции“ у всех наших 3 больных.

Наблюдение 14/IV 1933 (натошак). Больной М.

Номер пор- ций сока	Количество в см ³	П р и м е ч а н и я
1 час {	1	В данном наблюдении имел место один „период работы“ длительностью в 40' с предшествовавшим ему и последовавшими за ним „периодами покоя“ длительностью в $2\frac{1}{4}$ - $2\frac{1}{2}$ часа каждый
	2	
	3	
	4	
2 час {	5	
	6	
	7	
	8	
3 час {	9	
	10	
	11	
	12	
4 час {	13	Сок густой, богатый слизистыми комочками
	14	
	15	
	16	
5 час {	17	
	18	
	19	
	20	
6 час {	21	
	22	

Наблюдение 16/IV 1934 (натошак). Больной М.

Номер пор- ций сока	Количество в см ³	П р и м е ч а н и я
1 час {	1	Сок густой, богатый слизистыми комочками
	2	
	3	
	4	
2 час {	5	
	6	
	7	
	8	
3 час {	9	
	10	
	11	
	12	
4 час {	13	
	14	
	15	
	16	
5 час {	17	Сок прозрачный, жидкий
	18	
	19	
	20	
6 час {	21	
	22	
	23	
	24	
7 час {	25	
	26	
	27	
	28	
8 час {	29	Сок густой
	30	

3 „периода работы“ с двумя равномерными „периодами покоя“.

Наблюдение 11/VI (натошак). Больной Дан.

Номер пор- ций сока	Количество в см ³	П р и м е ч а н и я
1 час {	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
2 час {	5	0,4
	6	3,0
	7	0,3
	8	0
3 час {	9	0
	10	0
	11	0
	12	0
4 час {	13	0
	14	0
	15	0
	16	3,6
5 час {	17	0,2
	18	0
	19	0

Наблюдение 24/XII 1927 (натошак). Больная Дид.

Номер пор- ций сока	Количество в см ³	П р и м е ч а н и я
1 час {	1	0
	2	4,7
	3	0,1
	4	0,1
2 час {	5	0
	6	0
	7	1,2
	8	4,1
3 час {	9	2,5
	10	0,2
	11	0,1
	12	0,1
4 час {	13	0,1
	14	0
	15	0
	16	0

Выделилась слизистая пробка

Из обеих свищей (верхнего и нижнего) слизистая пробка

Наблюдение 7/XII 1927 (натошак). Больная Дид.

Номер пор- ций сока	Количество в см ³	П р и м е ч а н и я
1 час {	1	0
	2	0
	3	0
	4	0,5
2 час {	5	1,6
	6	0
	7	0
	8	0
3 час {	9	0,1
	10	0
	11	0
	12	0,1
4 час {	13	0,3
	14	1,0
	15	1,5
	16	0
	17	0

Приблизительно аналогичный ход периодического отделения сока мы имели у этой больной и в другие дни.

Таким образом мы могли установить у всех 3 наших больных факт существования „периодической секреции“ в изолированных отрезках тонкой кишки вне пищеварения и подтвердить наблюдение, сделанное одним из нас на одном человеке (Левин).

В те же дни, когда больные получали еду с самого утра, нам ни разу не представлялось возможным наблюдать строгую „периодическую секрецию“. Выделение сока в эти дни бывало беспорядочным, без каких бы то ни было правильных чередований „периодов работы“ с „периодами покоя“.

Наряду с такой правильно протекающей „периодической деятельностью“ натошак мы имели и такие наблюдения, когда на протяжении 3-4-5 часов натошак, а иногда и всего дня и ночи (9/V, 10/V, 29/V, 30/V и др.), даже когда больные получали обычную еду, никакого отделения сока вообще не было (больные М. и Д.). Иногда это совпадало с общим неудовлетворительным состоянием больного — плохое настроение, раздражительность, нервничание.

О том, что на характер сокоотделения влияют факторы, связанные с сомато-психическим состоянием больного, свидетельствуют следующие наблюдения:

21/IV начато наблюдение, как обычно, натошак. До 7 ч. 30 м. отделения сока нет. Затем на протяжении 3 часов шло беспрерывно сокоотделение, давшее 28 см³ сока с большим содержанием густой слизистой части. В этот день у больного понос. На протяжении всех наших наблюдений мы ни разу не видели столь обильного беспрерывного и длительного сокоотделения натошак. Очевидно нельзя не предположить связи этого исключительного сокоотделения с поносом у больного.

Приведем еще случай противоположного, — тормозного действия удрученного состояния больного.

13/IV (больной М.). Больной натошак. В течение 4½ часов никакого отделения сока. Слизистая свища сухая, бледная. Больному разрешено есть. Однако в течение всего дня до 12 часов ночи сока не отделяется. Больной весь день в угнетенном состоянии (разбил шприц и чувствует себя неловко). В том, что эмоциональное состояние больного влияет на сокоотделение, мы могли убедиться на следующих фактах: накануне вечером мы „заказывали“ периодическое сокоотделение на завтра: быть утром натошак и следить за ходом секреции. Следует отметить, что больной был исключительно точен, внимателен, исполнительен и принимал с живейшим интересом участие в наших наблюдениях. В те дни, когда сокоотделения совершенно не было, уже заранее, с самого утра, к началу наблюдения больной говорил: „сегодня у меня сока не будет — хоть как угодно“. И действительно, почти во всех случаях так оно и бывало. И даже когда мы ему разрешали есть — обычно через 4-5 часов тщетного ожидания сока натошак — сокоотделение все-таки не наступало.

Эти факты, нам кажется, заслуживают большого внимания, как указывающие на значение неврогенных факторов для кишечного сокоотделения у человека. Конечно они нуждаются в дальнейшей проверке.

Большой интерес представляет вопрос, — что в периодической работе должно быть отнесено за счет двигательных явлений и что — за счет секреторных. Этот вопрос еще окончательно не решен. В эксперименте пока не удалось совершенно разъединить эти два рядом протекающих процесса. Бабкин, исследуя взаимоотношения секреторных и моторных процессов в пищеварительном канале, мог установить их тесное взаимоотношение. В наших наблюдениях над характером периодического сокоотделения мы могли постоянно видеть, как в „период работы“ сок под известным давлением выталкивается из свищей сразу в значительных количествах, причем это

сокоотделение всегда сопровождалось перистальтикой свищей, нередко урчанием во всем животе. Можно было видеть, как до того совершенно неподвижная, бледная слизистая свища к началу периодического сокоотделения гиперемизируется, в ней появляются движения, которые очевидно имеют место и во всем отрезке кишки. Эти данные дают, нам кажется, основание считать очень важным участие двигательных явлений кишечника для периодического сокоотделения. При механическом раздражении этот момент выступал особенно ярко: нередко введенные в свищ резиновые трубочки с силой выталкивались наружу с одновременным обильным сокоотделением.

Очевидно оба эти процесса — двигательный и секреторный — очень тесно связаны в деятельности кишечника.

В дальнейшем мы занялись выяснением вопроса влияния еды на сокоотделение. Орбели и Савич в своем наблюдении могли установить отсутствие влияния еды на размер сокоотделения.

С этой целью мы провели ряд следующих наблюдений.

13/VI (больной Д.) на обычной диете. В течение дня получил пищу 4 раза. На протяжении всего дня из свища почти непрерывное отделение сока. Никакой связи с моментом приема пищи нет. Сок отделялся и до еды, и во время еды, и после еды.

17/VI (больной Д.). Наблюдение начато в 6 часов утра натощак. До 7 часов никакого отделения сока. В 7 часов началось увлажнение слизистой свища и весьма скудное отделение сока каплями. В 8 часов завтрак (хлеб, творог, молоко, сладкий чай). После завтрака характер выделения не изменился — оно осталось таким же скудным, как и было. За 5 часов выделилось лишь 3 см³ сока мелкими каплями.

16/VI (больной Д.). Начало наблюдения натощак в 6 часов. До 8 часов сока нет. В 8 часов завтрак. Во время еды началось отделение сока крупными каплями непрерывно в течение 30 мин. — выделилось 3,2 см³ жидкого с слизистыми комочками сока. С 8 ч. 45 м. до 9 ч. 15 м. отделения сока нет. В 9 ч. 15 м. снова началось отделение сока, усилившееся в 9 ч. 30 м. и длившееся 15 мин. (до 9 ч. 45 м.). Выделилось 3,0 см³. Перерыв на 15 мин. Затем снова началось отделение сока и на протяжении 25 мин. — 2,5 см³. Затем снова перерыв на 40 мин. и снова выделение сока за 25 мин. 5,0 см³. В 11 часов завтрак. Во время еды, а также на протяжении 1 ч. 15 мин. после еды отделения сока нет и лишь через 1½ часа снова началось выделение сока, длившееся непрерывно 1½ часа, давшее 6,5 см³. В 2½ часа (до обеда) выделилось сразу 3 см³ сока. В 3½ часа (сразу после обеда) тоже выделилось 4 см³ сока. С 4 до 6 почти ничего не выделилось.

В этом наблюдении имело место 2 раза во время завтрака в 8 часов и сразу после обеда в 3½ часа начало отделения сока во время еды, что могло бы указать на связь сокоотделения с приемом пищи. Однако в этом же наблюдении имело место и обратное явление, а именно: отсутствие сокоотделения во время приема пищи (завтрак в 11 часов), выделение значительного количества сока вне еды (в 2½ часа до обеда сразу 3 см³) и вообще отделение сока на протяжении почти всего дня, следовательно наблюдавшееся сокоотделение во время приема пищи должно быть рассмотрено лишь как случайное совпадение, тем более что приведенные предыдущие наблюдения и ряд других наблюдений это также подтверждают.

Мы проверили также влияние механического раздражения этих отрезков на размер сокоотделения. Для этого мы провели следующие наблюдения:

17/VI (больной Д.). За 5 часов (с 6 до 11 часов) из свища самостоятельно выделилось 3 см³ сока. В 11 часов в оба свища введены тонкие резиновые трубочки на глубину 8-9 см каждая.¹ Через 2-3 мин. началось интенсивное быстро нараставшее сокоотделение из обоих свищей, но главным образом из нижнего. Всего за час пребывания трубочек в свищах выделилось 10 см³ сока (отношение жидкой части к плотной — 3:1). В 12 часов трубочки удалены. Отделение сока прекратилось. За 1½ часа выделилось лишь 0,5 см³ сока, затем отделение совершенно прекратилось.

¹ Глубже вводить не удавалось, так как появлялись боли, очевидно из-за спазма.

Еще более интересным представляется наблюдение от 22/VI (больной Д.).

Самостоятельного отделения сока из свища нет. В верхний свищ введена резиновая трубочка. Сразу же началось сокоотделение крупными каплями и струйками, длившееся все время пребывания трубочки в свище. За $1\frac{1}{2}$ часа из этого свища выделилось 7 см³ жидкого водянистого прозрачного сока. Из нижнего свища сокоотделение ничтожное. Трубочка извлечена из этого свища и введена в нижний свищ. Тотчас же началось обильное сокоотделение из нижнего свища. За полчаса пребывания трубочки в свище выделилось 9 см³ такого же водянистого прозрачного без слизистых комочков сока. Из верхнего свища за это время ничего не выделилось. По извлечении трубочки из нижнего свища сокоотделение из него также прекратилось.

После получасового перерыва, когда сока из обеих свищей не выделялось вообще, опыт был повторен таким образом, что резиновые трубочки были введены в оба свища одновременно. Выделение сока возобновилось и шло из обеих свищей все время пребывания в них резиновых трубочек. За полчаса выделилось 9 см³ жидкого сока.

Аналогичные результаты были нами получены и в повторных наблюдениях 13 и 24 апреля и др.

Таким образом нами подтверждены данные Орбели и Савича о значении механического раздражения для сокоотделения и крайней бедности такого сока осадочной составной частью.

Подводя итоги нашим наблюдениям, можно определить:

1. Сок тонких кишек человека, полученный в условиях его естественного отделения, состоит из жидкой и плотной составных частей.

2. Слизистая тонких кишек отделяет кишечный сок в значительных количествах, отделение же сока толстой кишкой крайне скудное, главным образом на механическое раздражение.

3. Сок тонких и толстых кишек содержит ферменты: эрепсин, амилазу, липазу, инвертин и киназу.

4. Ферменты кишечного сока человека, как и собаки, при стоянии сока разрушаются крайне медленно.

5. Вне пищеварения отделение кишечного сока из тонкой кишки протекает по типу „периодической секреции“ Болдырева.

6. Желудочное пищеварение нарушает характер „периодической секреции“.

7. Наряду с обычным сокоотделением наблюдаются дни, когда сок совершенно не выделяется.

8. Отделение „периодического сока“ сопровождается резко выраженными двигательными явлениями в кишке.

9. Прием пищи не влияет непосредственно на размер сокоотделения.

10. Механическое местное раздражение кишки является сильным возбудителем сокоотделения.

11. Сок механического раздражения беден осадочной частью.

12. Существует связь между эмоциональным состоянием больного и сокоотделением изолированного отрезка кишки.

Поступило в редакцию

2 августа 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабкин Б. П. Внешняя секреция пищеварительных желез. ГИЗ. М. — Л. 1927.
 Бабкин Б. П. Сборник, посвящ. 75-летию акад. И. П. Павлова. Л. — М. 1925. Болдырев В. Н. Периодическая работа пищеварительного аппарата при пустом желудке. Дисс. СПб 1904 г. Левин М. М. Врачебное Дело № 21, 1926 г. Lewin M. M. Pflügers Archiv. 1927. Bd. 216, H. 6. Орбели Л. А., Савич В. В. Архив Биол. наук т. 20, сб. 76, 1916. Стражеско Н. Д. К физиологии кишек. Дисс. СПб 1904.

ZUR PHYSIOLOGIE ISOLIRTER DARMSCHLINGEN DES DÜNN- UND DES DICKDARMES BEIM MENSCHEN

Von *M. M. Lewin* und *Olga Wernke*

Aus der Chirurgischen Klinik (Dir. — Prof. A. W. Melnikoff) und dem Physiologischen Laboratorium (Dir. — Prof. G. W. Volborth) des Medizinischen Instituts (Charkow)

Bei gezwungenen mehrzeitigen Operationen untersuchten die Verfasser den aus isolierten Darmschlingen bei den Patienten herausfliessenden Darmsaft. Auf grund ihrer Beobachtungen kommen Verfasser zu folgenden Schlüssen.

1. Der Dünndarmsaft des Menschen besteht wie der Darmsaft des Hundes aus Zwei Theilen: dem dünnflüssigen, leicht opaleszierenden und einem leicht ausfallenden flockigen Niederschlag.

2. Der Dünndarm des Menschen sezerniert reichlich, der Dickdarm nur sehr spärlich, nur auf mechanischen Reiz.

3. Der Dünn- und auch der Dickdarmsaft enthalten: Erepsin, Amylase, Lipase, Invertin und Kinase. Beim Stehen des Saftes verläuft die Zerstörung dieser Fermente nur langsam.

4. Beim nüchternem Menschen kann die „Periodische Sekretion“ des Darmsaftes beobachtet werden. Letztere wird durch die Magenverdauung unterbrochen.

5. Beim Menschen werden auch Tage beobachtet, wo beinahe gar keine Sekretion von Darmsaft statthat. Das hängt meist mit Störungen im Darmkanal zusammen; es konnte aber auch ein hemmender Einfluss der psychischer Faktoren beobachtet werden.

6. Die periodische Sekretion ist stets mit Bewegungen der Darmschlinge verbunden.

7. Den stärksten Erreger der Darmsaftsekretion gibt der mechanische Reiz der Darmschleimhaut ab. Dabei wird Saft sezerniert, der nur sehr wenig flockigen Niederschlag enthält.

О РЕГУЛЯЦИИ ИЛЕОЦЕКАЛЬНОГО СФИНКТЕРА (У КОШКИ)

Н. П. Нехорошев

Из фармакологической лаборатории Горьковского медицин. ин-та

I. Введение

Илеоцекальный сфинктер у человека, если рассматривать его из просвета слепой кишки, выглядит как бугорок диаметром около 1,8 см и высотой около 1 см, с отверстием на вершине, трудно проходным для английского катетера № 12. В расслабленном состоянии это — овальная, губообразная складка, и отверстие тогда проходимо для пальца (Alvarez). У кошки сфинктер схож с описанным у человека, только бугорок меньше диаметром (до 0,5 см) и ниже (0,2—0,3 см), а отверстие величиною с булавочную головку (собственные наблюдения). У собаки, по Бэйлису и Старлингу, „нет резкой границы между тонкой и толстой кишками“, но это не совсем так: в просвет толстой кишки подвздошная у собак тоже несколько выступает, образуя мягкую складку, с отверстием, проходным для пальца (во время пищеварения) (собственные наблюдения).

Работ о физиологической регуляции илеоцекального сфинктера очень мало. Приходится дополнять их аналогией с пилорическим сфинктером.

Твердо, повидимому, установлен гастро-илеоцекальный рефлекс, выражающийся в том, что прием пищи вызывает ускорение перехода химуса в толстые кишки (McEwen, 1904, Hurst, 1913) Welch и Plont (цит. по Альваресу) полагают, что рефлекс этот связан с нервно-рефлекторным моментом приема пищи, или же имеет рецепторную локализацию в двенадцатиперстной кишке, так как само вкладывание пищи в желудок через фистулу рефлекса не вызывает.

Happes (1920, цит. по Тэннису) установил обратное забрасывание через илеоцекальный сфинктер в связи с аппетитом („psychische Fressreiz“), что послужило Тэннису основанием для предпочтения накормленных животных в опытах с этим сфинктером у собак (в хроническом опыте).

Механические и химические „рефлексы“ (по терминологии Кэстнера) испытывались Тэннисом (1924) у хронически-оперированных собак с илеоцекальной петлей по Тирри-Велла, или с парой обычных фистул по обе стороны илеоцекальной границы. Наблюдения велись рентгеноскопически и путем измерения оттока жидкостей. Тэннис пришел к выводам, что ритмика „клапана“ зависит: 1) от психического сокращения; 2) от перистальтики подвздошной кишки; 3) от состояния наполнения слепой и толстых кишок. Химического рефлекса он не мог установить („Ein chemischer Reflex, wie am Pylorus, ist nicht vorhanden“, S. 482), так как вливание в толстую кишку $\frac{p}{10}$ HCl и $\frac{p}{10}$ NaOH не давало никакого торможения перехода жидкостей.

Еще раньше Short (1919, цит. по Альваресу, 225 стр.) тоже не мог заметить „опорочения сфинктера“ у человека при введении кислоты и щелочи в слепую кишку, в то время как пощипывание последней давало замедление перехода.

Heile (1905), Cannon и White (1918) видели замедление перехода через сфинктер при раздражении толстой кишки и при растягивании баллоном слепой кишки (цит. по Альваресу, 225 стр.).

В настоящей работе (начатой до знакомства с работой Тэнниса) нам удалось получить несомненные доказательства того, что

в остром опыте у децеребрированных кошек физико-химические агенты (кислоты, щелочи, гипертонические растворы) вызывают отчетливую и достаточно постоянную реакцию со стороны илеоцекального сегмента.

II. Методика

Опыты делались на децеребрированных кошках. Децеребрация по Sherringtonу производилась под смешанным наркозом (эфир-хлороформ, 1:3), а под конец под одним эфиром. Перевязка сонных артерий, тщательное удаление мозга точно по границе между буграми четверохолмия. По остановке кровотечения кошку привязывали кверху брюхом с грелкой под спиной. Разрез по белой линии около 10 см. Содержимое мочевого пузыря выжималось. У беременных кошек матку удаляли (без кровотечения) по наложении соответствующих лигатур. Обычно мы старались вынуть из брюшной полости лишь нужную кишечную петлю. На расстоянии 6-7 см от сфинктера толстая кишка перетягивалась крепкой ниткой; выше на 1,5-2 см подводилась другая лигатура для закрепления дистальной канюли. Последняя представляла довольно длинную (25 см) толстостенную трубку с диаметром просвета 0,8 см и опасным загибом на конце (для стекания капель). Стенка кишки надрезалась над лигатурой, досле чего слепую кишку освобождали от фекальных масс с помощью шприца и теплого 0,9% NaCl, и канюля закреплялась в кишке, не доходя до сфинктера 1,5-2 см. Сегмент подвздошной кишки был длиной 5-6 см, причем границей служила артериальная ветвь, идущая от брыжейки к сфинктеру. Сюда закреплялась проксимальная канюля (диам. 0,5 см). Выше, на расстоянии 2-3 см, кишечник перевязывали наглухо, или же (что менее удобно при работе) вставляли туда открытую канюлю, выступавшую потом из раны. Лигатуры подводились так, чтобы не захватить ветвей кровеносных сосудов. Для фиксации илеоцекального сегмента и предотвращения возможных перегибов оказалось очень удобным пропускать проксимальную канюлю сегмента через особое отверстие в брюшной стенке вблизи диафрагмы. Без этой меры случаются изменения оттока перфузата, обусловленные перегибом или закручиванием кишечной петли. Затем закрывали рану зажимами и промывали илеоцекальный сегмент теплым 0,9% NaCl. Операция занимала от начала наркоза $\frac{3}{4}$ -1 час. Наркоз давался в течение 20-30 минут.

Для постоянной перфузии илеоцекального сегмента служил цилиндрический мариоттовский сосуд на штативе, соединявшийся с проксимальной канюлей сегмента через змеевик в горизонтальном цилиндрическом сосуде, нагреваемом от электрической сети (обмотка из проволоки с прослойкой из асбеста). Температура обычно держалась в пределах 40-42° при помощи реостата, регулируемого от руки. Некоторое охлаждение происходило в резиновой трубке 34 см длиной, соединявшей змеевик с канюлей. По включении перфузии (без пузырьков воздуха) жидкость вгонялась в кишечный сегмент при помощи ритмического нажатия на резиновую трубку вблизи мариоттовского сосуда. Но самостоятельный отток жидкости начинался, большей частью, не сразу, а через 20-40 минут, а иногда и позже, в зависимости от скорости восстановления животного от наркоза и операции.

Для суждения о деятельности сегмента служила регистрация капель на ленте кимографа при помощи обычного ртутного контакта, включенного в систему: 4 в. аккумулятор, электромагнитный отметчик, ключ, стеклянная трубочка (длиной 50 см, диам. 0,3 см), укрепленная горизонтально в штативе, с пропущенной внутри медной проволокой, переходящей в амальгамированный конец. На конце трубочки было укреплено с наклоном покровное стеклышко, на которое и падали капли с высоты около 20 см. Контакт работал удовлетворительно, если проволока была амальгамирована и слегка протиралась перед опытом тонкой наждачной бумагой. Если конец проволоки по выходе из трубки отогнуть кзади на 2 см, тогда капли со стеклышка скатываются в чашку и не попадают в ртутный контакт. Конечно, некоторые немногие капли не регистрировались вследствие встречного движения стеклянной трубочки, но для общего характера записи это не имело значения.

Для перфузии мы чаще всего пользовались 0,9% NaCl или раствором теплокровного Рингера (без соды); в некоторых случаях — водопроводной и дистиллированной водой.

Высоту мариоттовского сосуда приходилось, конечно, варьировать. Обычно мы начинали опыт с 8-10 см, а затем подбирали давление применительно к условиям опыта, в пределах 4-12 см.

В целях экспериментального вмешательства мы вводили испытуемые растворы при помощи двуграммового шприца (со скоростью — 2 см³ 15-20'') в просвет резиновой трубки между змеевиком и канюлей. Измерение показало, что емкость системы от змеевика до сфинктера равнялась 10 см³; таким образом при анализе результатов нужно учесть возможное уменьшение концентрации испытуемой жидкости приблизительно в 4-5-6 раз.

Вопрос о предпочтительности кормленных или голодных животных мы затрудняемся решить. Недостаток накормленных кошек: возможность рефлексов из отделов пищеварительной трубки, лежащих выше илеоцекального сегмента, особенно при перевязке наглухо; наполнение толстых кишек и акт дефекации, тоже влияют на деятельность сфинктера.

У голодных животных мы рискуем, в свою очередь, встретиться с изменениями тонуса и моторики, свойственными так называемой периодической („голодной“) деятельностью пищеварительного канала. Гастро-илеоцекальный рефлекс в смысле Херста или Ханнеса у голодных децеребрированных кошек едва ли существует. У нас были в опыте и голодные (около 20 часов) и накормленные (черный хлеб, каша и молоко) кошки, но чаще всего первые. В результатах особых различий не было.

Несомненно непригодны кошки с патологическим состоянием кишечника (метеоризм, частая дефекация слизью). Здесь невозможно установить норму оттока из-за „спонтанных“ резких переходов от сплошных капель вплоть до полного торможения.

Беременные кошки с удаленной маткой давали обычные результаты.

Большинство животных в течение 4—5 часов сохраняли правильное дыхание, корнеальные рефлекс и спокойное состояние. Появление мурлыканья, виляния хвостом и других движений говорит за неправильную децеребрацию и может отражаться на деятельности кишечного сегмента.

Дефекация всегда сопровождалась временным (до 15') спазмом сфинктера.

Пол животных, повидимому, не имел значения.

III. Результаты

Первые час или полтора после операции уходили на оправление животного и на установку „нормального оттока“. Как было установ-

лено Тэннисом (1924), деятельность сфинктера совершается ритмически; жидкость вытекает периодами, ритмическими толчками (рис. 1а), длительность и частота которых зависит, прежде всего, от перфузионного давления. Лишь в известных пределах этого давле-

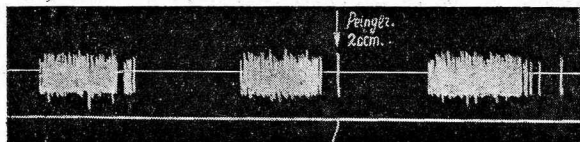


Рис. 1-а. Нормальная ритмическая деятельность сфинктера (перфузия раствором Рингера без бикарбоната); инъекция раствора Рингера (2 см³). Эффекта нет.

ния (обычно 5—12 см) этот ритм достаточно хорошо выражен. Повышение давления сближает периоды и ведет к оттоку непрерывных капель с разными вариациями частоты. Снижение давления урежает периоды и ослабляет их вплоть до полного прекращения оттока. Для разных целей выгодно то более редкая, то более частая периодика: первая — для пробы с веществами, усиливающими отток; вторая — для веществ, действующих тормозяще. Будучи установлен, ритм во многих случаях сохраняется достаточное время, чтобы испытать влияние инъекции растворов.

Но иногда наблюдаются „спонтанные изменения“ деятельности сегмента, затрудняющие эксперимент. В редких случаях установить ритмический отток вообще не удавалось, и тогда приходилось экспериментировать на фоне непрерывных капель.

Ритмическая деятельность сегмента имела место в 80% всех опытов.

Было использовано 40 кошек (не считая ориентировочных опытов); 21 раз для перфузии служил 0,9% NaCl, 14 — тепловый рингер без соды; 3 — водопроводная вода и 2 раза дистиллированная вода.

Всего было испытано 102 пробы с инъекциями разных веществ:

А) Физиологические растворы: 0,9 NaCl (3); рингер без соды (3).

Кислоты: HCl (34 раза); CH_3COOH (15); H_2SO_4 (5).

Щелочи: NaHCO_3 (13); Na_2CO_3 (7).

Мыло: Олеиновокислый натрий (4).

Гипертонические растворы: NaCl 20% (12); Na_2SO_4 20% (6).

Растворы инъецировались, как описано на стр. 133. Первый эффект инъекции — механический в виде кратковременного усиления оттока. Затем развивалось „специфическое действие“. Реакция оттекающих капель, когда было нужно, устанавливалась лакмусовой бумажкой.

А) Физиологические растворы

0,9% NaCl и раствор Рингера (2 см³), впрыснутые на фоне „нормального оттока“, не вызывают изменений в оттоке, выходящих за пределы обычных спонтанных вариаций или простого механического эффекта (рис. 1б).

В) Кислоты

1. HCl (0,1—0,3п): из общего числа 34 проб в 27 случаях (79,4%) вызывала ослабление оттока (урежение периодов, геср. капель) (см. рис. 1б)

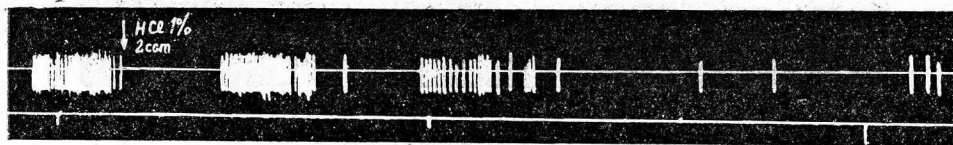


Рис. 1-б. Инъекция HCl 1% — 2,0 см³ через 5' вызвала торможение оттока (читать слева направо).

или полное его прекращение, иногда на многие десятки минут (предел не установлен). В 5 случаях эффекта не наблюдалось, 2 раза было резкое усиление (частые капли). Отсутствию торможения от кислоты благоприятствуют, повидимому, большой отток в норме, травма кишечного сегмента предшествующими инъекциями, патологическое состояние (метеоризм, дефекация слизью). Но все же в некоторых случаях причины атипического действия этой и других кислот остались неясными.

Торможение от кислот появляется не сразу, а после первоначального механического усиления и латентного периода в несколько (3—6) минут. Появление кислой реакции капель (на лакмус) предшествует торможению. Торможение могло быть прервано механическим прожиманием перфузата и, нередко, инъекцией щелочи (см. ниже).

2. H_2SO_4 (0,1—0,2—0,4п) 3 раза давала отчетливое уменьшение или прекращение оттока. В 2 случаях заметного изменения нормы не последовало.

3. CH_3COOH (0,1—0,17п) в 9 случаях из 15 (60%) вызывала торможение; 4 раза осталась без эффекта, а 1 раз дала учащение.

С) Щелочи

Щелочи испытывались или на фоне нормы, или на фоне развившегося кислотного торможения.

1. NaHCO_3 (0,12п): на фоне нормы 4 раза было усиление оттока (рис. 2а) и 1 раз не было заметного эффекта. На фоне торможения

появление, геср. усиление оттока наблюдалось 6 раз и не было эффекта 2 раза.

2. Na_2CO_3 (0,1—0,2п): в норме — 1 раз усиление и 1 раз без эффекта; при торможении — 4 раза растормаживание и 1 раз без последствий.

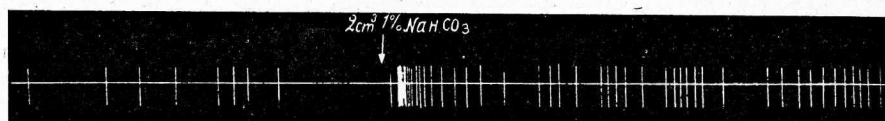


Рис. 2-а. Норма — не ритмическая деятельность сфинктера, а редкие капли. Учащение капель при инъекции 2,0 см³ 1% NaHCO_3 .

Д) Мыло

Олеиновокислый натрий (10%) 2 раза вызвал ослабление оттока. В более слабой степени то же было получено 1 раз с 1% раствором. В одном случае эффекта не было.



Рис. 2-б. Дальнейшее учащение от гипертонического раствора Na_2SO_4 (20% 2,0 см³).

Е) Гипертонические растворы

1. NaCl (20%): в 6 случаях из 12 (50%) вызвал торможение оттока, в 3 эффекта не было и 3 раза наступило значительное усиление капли (рис. 3).

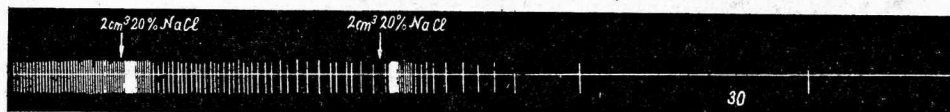


Рис. 3. Замедление и торможение оттока при инъекции гипертонического раствора NaCl (20% — 2,0 см³).

2. Na_2SO_4 (20%): во всех случаях (5) давал усиление оттока (рис. 2б).

IV. Обсуждение результатов

Нам удалось установить тот факт, что физико-химические свойства жидкостей, выполняющих илеоцекальный сегмент, влияют достаточно типически на скорость перехода через илеоцекальный барьер. Именно: кислоты в большинстве случаев (до 80%) вызывают торможение перехода, щелочи его ускоряют, а также действуют антагонистически на кислотное торможение; олеиновокислый натрий (мыло) тормозит; гипертонические же растворы или дают менее постоянный тормозной эффект.

фект (NaCl 20% в 50% случаев), или же (Na_2SO_4 20%) вызывают ускорение перехода (связь с слабительным действием!). В последнем случае мы уже сталкиваемся с специфическим действием солей, гесп. ионов (анионов), специально не изучавшимся в этой работе.

Наблюдавшиеся иногда у кислот, бикарбонатов и гипертонического раствора NaCl „извращение эффекта“ едва ли следует объяснять только патологическим состоянием илеоцекального сегмента. Вероятно, и здесь эффект обусловлен предшествующей констелляцией ряда факторов, прежде всего — тонуса мускулатуры и возбудимости нервных приборов, механического растяжения сегмента и т. д.

В общем реакция илеоцекального сегмента на испытанные агенты представляет много сходного с поведением пилорического барьера. Степень чувствительности этих барьеров, повидимому, тоже довольно близка. Scheelworth установил для пилорического тормозного „рефлекса“ у собак предельные концентрации: HCl п/320, CH_3COOH п/640. Наша методика не благоприятствовала определению минимальных действующих концентраций, ибо мы не определяли объем оттекающей жидкости за трехминутные промежутки, как это делал Шельуорс, и, кроме того, объем оттока был в десятки раз меньший, чем у этого автора. Все же, если учесть, что впрыскиваемый в резиновую трубку раствор (обычно п/10) разводился там раз в пять, то даже в наших опытах резкий эффект торможения, гесп. усиления получался с концентрациями п/30—п/50.

Могут ли изученные нами реакции илеоцекального барьера проявляться в нормальных физиологических условиях на целом организме? По отношению к щелочам и гипертоническим растворам едва ли это вызывает сомнение. Что касается кислот, то здесь следует учесть данные новых исследований о pH в кишечнике (обзор данных см. у Альвареца, стр. 193). Для дуоденального содержимого у человека pH варьирует от 3,0 до 8,0; у собаки — 5,2—6,2. „У некоторых животных реакция, повидимому, кислая на всем пути до илеоцекального сфинктера“ (Альварец 193—194 стр.). У кошки, при емкости желудка в 100 см³, требуется около 50 см³ жидкости, чтобы растянуть весь кишечник, длиной около 100 см от пилоруса до илеоцекального сфинктера (собственное измерение).

Учитывая реакцию илеоцекального барьера на изменения кислотности, гесп. щелочности и на отклонение от изотонии, представляется возможным участие этого барьера в регуляции опорожнения и самого желудка. Соппротивление илеоцекального барьера не может не быть одним из факторов того „подпираия“ („Halding-back“), которому Альварец приписывает такое большое значение для понимания механизма опорожнения желудка. Это не исключает, конечно, ни значения самого пилорического барьера, ни роли моторики желудка, гесп. кишечника, ни наличия особых рефлексов на пилорический сфинктер со стороны дистальных отделов кишечника.

Выводы

1. Описана методика исследования илеоцекального сегмента в остром опыте на децеребрированной кошке.
2. Подтверждены данные Тэнниса о ритмической деятельности илеоцекального сфинктера.
3. Доказано существование в этой области „химического рефлекса“, точнее — реакции на физико-химические свойства протекающей жидкости:

- а) кислоты: HCl , CH_3COOH , H_2SO_4 ($n/30$ — $n/50$) в большинстве случаев тормозят отток;
- б) щелочи: NaHCO_3 , Na_2CO_3 усиливают нормальный отток и действуют антагонистически на кислотное торможение;
- с) мыло (олеиновокислый натрий) тормозит отток;
- д) гипертонический раствор NaCl (4 — 5%) в 50% случаев тоже ослабляет отток;
- е) гипертонический раствор Na_2SO_4 (4 — 5%) усиливает вытекание жидкости (это обстоятельство имеет значение для слабительного эффекта).

4. Акт дефекации сопровождается замыканием илеоцекального сфинктера.

Поступило в редакцию
29 июня 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

Alvarez W. C. „The mechanics of the digestive tract“. 2-nd Ed. New York 1928 (библиография). Hertz A. The ileocecal sphincter. J. of physiol. **37**, 54 p. (1913). Hurst A. F. The sphincters of the alimentary canal and their clinical significance. Br. Med. Journ. 1925, 144 p. Schellworth W. W. Rezeptionsorgane ohne Empfindung und ihr Verhältnis zu den Sinnesorganen. Ztschr. f. Biol. **76**, S. 121. (1922). Schroeder H. Über die Pharmakologie des Sphinkters ileocolicus. Naün. Schmeideb. Arch. **170**, 370 S. (1933). Tönnis W. Die Funktion der Valvula ileocecalis. Pfl. Arch. **204**, 477 S. (1924).

UEBER DIE REGULATION DES ILEO-COECALSPHINKTERS (BEI DER KATZE).

Von N. P. Nechoroschew.

Aus der Pharmakologischen Abteilung des Medizinischen Instituts in der Stadt Gorjky

1. Es wird die Untersuchungsmethodik des Ileo-Coecalsphinkters im akuten Versuch an einer dezerebrierten Katze beschrieben.
2. Es werden die Angaben von Tönnis über die rhythmische Tätigkeit des Ileo-Coecalsphinkters bestätigt.
3. Es wird die Existenz in diesem Gebiet eines chemischen Reflexes, richtiger — einer Reaktion auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften der durchströmenden Flüssigkeit bewiesen:

A) Säuren: HCl , CH_3COOH , H_2SO_4 $\frac{n}{30}$ — $\frac{n}{50}$ — hemmen in der Mehrzahl der Fälle den Abfluss.

B) Alkalien: NaHCO_3 , Na_2CO_3 — verstärken den normalen Abfluss und üben eine antagonistische Wirkung auf die Säurehemmung aus.

C) die Seife (oleinsaures Natron) hemmt den Abfluss.

D) Eine hypertonische NaCl -Lösung (4 — 5%) schwächt den Abfluss in 50% der Fälle ab.

E) Eine hypertonische Na_2SO_4 -Lösung (4 — 5%) verstärkt den Abfluss der Flüssigkeit (dieser Umstand hat eine Bedeutung für den Abführeffekt).

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЫДЕЛЕНИЕ КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ

Р. Я. Юделович

Из физиологической лаборатории Института профзаболеваний имени В. А. Обуха
(зав. — проф. И. П. Разенков)

Работами химического отделения нашей лаборатории было установлено, что после прибывания экспериментального животного — собаки — в тепловой камере при показаниях сухого термометра 50° и влажного — 35° наступают определенные изменения в щелочно-кислотном равновесии в крови. Количество молочной кислоты в крови резко повышается и, как показали в дальнейшем работы Северина, понижается способность крови связывать угольную кислоту; в связи с наступлением усиленной легочной вентиляции падает напряжение CO_2 в крови, и это падение $p\text{CO}_2$ приводит к изменению активной реакции крови в щелочную сторону. Таким образом было одновременно отмечено поступление кислоты в кровь и смещение реакции крови в щелочную сторону.

Исследования общего количества оснований в крови и pH мочи после нагревания у собак (Мешкова) выяснили, что количество оснований в крови мало меняется, активная же реакция мочи после нагревания у собак более щелочная, чем до нагревания, несмотря на то, что количество молочной кислоты, выделяемое с мочой, часто значительно выше, чем до нагревания.

Оставалось совершенно неясным, чем же обусловлено это защелачивание мочи у собак после нагревания: задержкой ли анионов, регулирующих концентрацию водородных ионов мочи, или же избыточным выделением оснований, или наконец, оба явления имеют здесь место.

Mainzer и Joffe показали, что выделение бикарбонатов, указывая на потерю оснований организмом, одновременно говорит и об уменьшении выделения кислот.

Американские авторы Bishoff, Hill, Long нашли, что у людей после нагревания наступало защелачивание мочи, и регулярно после нагревания резко падало выделение хлора, азота и фосфора мочой. Самое большое падение неорганического фосфора в моче они наблюдали одновременно с уменьшением фосфора в крови и защелачиванием крови. Так как потом фосфора выделялось очень мало, то эти авторы сделали заключение, что уменьшение фосфора в крови и моче объясняется переходом неорганического фосфора в кислотно-растворимый при щелочной реакции среды. Наши исследования по изучению влияния пребывания человека в условиях высокой внешней температуры на выделение кислот и оснований с мочой и потом, установили, что тотчас же после нагревания pH мочи мало меняется по сравнению с концентрацией водородных ионов в моче в те же часы дня в нормальных условиях, но через два часа реакция мочи становится более кислой, несмотря на то, что в эти же часы испытуемый получал пищу и можно было ждать защелачивания мочи (Hasselbalch).

Мы могли отметить большее выделение органических кислот с мочой в дни нагревания, общее же количество оснований пота и мочи мало изменялось. Так как потом у человека выделялось значительно больше оснований, чем анионов хлора и органических кислот и рН пота была выше 7,4, можно было сделать вывод о потере оснований в виде бикарбонатов потом у человека при нагревании.

Если у человека потовые железы имеют очень важное значение для регуляции теплоотдачи при воздействии высокой температуры, то у собак, ввиду отсутствия потовых желез, испарение воды совершается не с поверхности кожи, а с поверхности языка и рта.

С другой стороны, работы Бабского и Петрачева из нашей лаборатории выяснили, что у собак с односторонней фистулой окоушной железы, при воздействии высокой температуры, наступает усиленное слюноотделение; уменьшение же слюноотделения наблюдается только иногда и является одним из симптомов теплового удара, признаком недостаточности терморегуляции. Нас интересовал вопрос, какова роль слюнных желез у собак в выведении кислот и оснований из организма при воздействии высокой внешней температуры.

Так как соотношение между хлором и фосфором, натрием и калием в слюне обратное, чем в крови, т. е. в слюне больше К чем Na, и фосфора чем хлора, то Наттербахер и Якоби считают, что неорганические вещества слюны не являются просто результатом фильтрации из кровяной жидкости, но являются продуктом секреции слюнных желез. Morris, Jersey в последнее время нашли в слюне среди различных азотсодержащих веществ аммиак, содержание которого в слюне оказалось очень колеблющимся, так как аммиак не является продуктом деятельности слюнных желез, но, по всей вероятности, образуется в результате гидролиза мочевины.

Для выяснения влияния пребывания экспериментального животного — собаки — в условиях высокой температуры на выделение кислот и оснований с мочой и слюной, по предложению зав. хим. отделением С. Е. Северина, мною исследовались следующие компоненты:

В моче: общее количество оснований (по усовершенствованному мною методу Stadie и Ross), органические кислоты (по Van Slyke и Palmer), рН (колориметрически по Michaelis), хлор (по Volhard), серные кислоты (по Drummond и Rosenheim), фосфаты (титрованием уксуснокислым уранилом) и аммиак (по Folin).

В слюне определялись хлор, фосфаты, рН, серные кислоты и общее количество оснований. Опыты ставились на трех собаках-самках. Подопытные животные содержались на определенном пищевом режиме: 15 см³ молока, 20 г хлеба, 2 г мясного порошка на 1 кг веса. Пищу животные получали ежедневно в определенные часы. Диета состояла из хлеба, молока и мясного порошка для первой и 2-й собаки, третья собака, получала только хлеб и молоко.

Через 10 дней мы приступали к исследованию химического состава мочи, не подвергая животное нагреванию. Исследование суточного количества мочи производилось в трех порциях, — иногда только в двух, именно в тех случаях, когда количество мочи, собранной за 1 час, было слишком мало для проведения необходимых анализов; тогда эта порция мочи присоединялась к следующей.

В контрольных опытах, без нагревания, после предварительного катетеризирования для удаления всей мочи из мочевого пузыря, собиралась моча за промежуток времени, соответствующий времени пребывания в тепловой камере. Затем собака получала пищу и через 2 часа снова бралась уже вторая порция мочи, и наконец утром — 3-я порция; собака находилась все время в специальной клетке для собирания мочи; каждая порция мочи получалась катетеризацией.

В дни нагревания после удаления мочи собака помещалась в тепловую камеру, где температура была 50° — по сухому и 35° — по влажному термометру и ставилась в станок. Мы старались держать собаку в камере до тех пор, пока у нее температура тела поднималась до 40,8—41°, но если замечали, что собака волнуется и видимо плохо себя чувствует, то уменьшали время пребывания животного в камере.

Особенно беспокойно вели себя собаки в те дни опыта, когда мы собирали слюну и для этого одевали им маску, сделанную из сетки и внизу обшитую клеенкой; из этой сетки слюна стекала через широкую резину в бутыл. Отношение к нагреванию у собак было вначале несколько различным, но довольно быстро, через 5—10 мин. после помещения в камеру, у собак наступало усиленное дыхание и слюноотделение.

В табл. 1, 2, 3 приведены данные, характеризующие выделение кислот и оснований с мочой у собак как в нормальных условиях, так и в дни нагревания. У первой собаки содержание органических кис-

ТАБЛИЦА 1
Состав мочи в нормальных условиях и при перегреваниях
(в миллиэквивалентах)
Собака № 1

Дата	Условия опыта	Время пребывания в тепловой камере	Температура до и после пребывания в тепл. камере	Порции мочи	Диета 35 г мясного порошка, 700 г хлеба, 700 г молока					
					Органич. к-ты	NH ₃	Cl	PO ₄	SO ₄	рН
28/XI 1932 г.	Без нагревания	—	—	Суточное количество	68,8	63,8	146	97	20,2	216
3/XII	"	—	—	"	67,8	66,1	136	140	19,2	227,2
4/XII	Нагревание ¹	1 ч. 05 м.	38,6 — 41,0	"	77,5	74,2	158,6	222	11,5	243,3
10/XII	"	45 м.	38,6 — 40,05	1 + 2-я порция	16,5	3,74	6,2	5,2	2,9	25,2
				3-я порция	63	105	137	282,2	23,3	220
				Суточное количество	79,15	108,74	143,2	287,4	26,2	245
16/XII	"	1 ч. 50 м.	38,6 — 41,0	1-я порция 2-я порция	5,65 6,87	2,3 1,8	1,3 0,55	2,66 2,45	3,0 4,0	15 9,7
				3-я порция	68,3	75,9	125	166	25,3	226
				Суточное количество	80,82	80,0	126,85	171,11	32,3	250,7

¹ Количество миллиэквивалентов PO₄ вычислялось, принимая ион PO₄ трехвалентным.

лот в моче в дни нагревания значительно выше, чем в дни покоя; также повышается и содержание аммиака и фосфатов в суточном количестве мочи; общее количество основания несколько больше в дни нагревания, чем в нормальных условиях, причем это совпадает с увеличением выделения, главным образом, фосфатов и отчасти хлоридов.

У 2-й собаки мы исследовали мочу только в одной порции как в нормальных условиях, так и после нагревания. Можно отметить резкое падение аммиака после нагревания и сдвиг pH в щелочную сторону.

ТАБЛИЦА 2

Состав мочи в нормальных условиях и при перегревании
(в миллиэквивалентах)

Собака № 2

Дата	Условие опыта	Время пребывания в тепловой камере	Температура до и после пребывания в тепловой камере	Порции мочи	Органич. к-ты	NH ₃	Cl	PO ₄	SO ₄	Основания	pH
1/1-33 г.	Без нагревания	—	—	1-я порция	1,3	1,3	—	—	—	6,0	7,6
10/1-33 г.	Нагревание	1 час	38,6 — 41,02	1-я порция	1,57	0,05	—	—	—	8,2	8,5

У 3-й собаки обращает на себя внимание уменьшение выделения анионов Cl, PO₄ и SO₄ после нагревания; количество NH₃ в порции мочи, собранной после пребывания в камере, в опытах от 25/I, 31/I и 9/II значительно уменьшено. Реакция мочи в этой порции мочи значительно смещена в щелочную сторону. Если подсчитать общее количество анионов по отношению к выделившимся, как сильным основаниям, так и аммиаку, то в контрольном опыте в 1 порции мы имели всегда дефицит оснований, так как фосфаты выделяются частью в виде одноосновных, частью в виде двuosновных, кроме того органические кислоты выделяются главным образом в виде аммонийных солей. После нагревания, — за тот же промежуток времени, как в контрольном опыте, мы всегда имели избыток сильных оснований, если даже считать абсолютно все определявшиеся анионы связанными в виде солей сильных оснований; реакция мочи при этом щелочная, и ясно, что после нагревания с мочой выделяются бикарбонаты. За выделение бикарбонатов говорит и то, что количество аммиака в моче при щелочной реакции резко падало. Органические кислоты в дни нагревания в двух случаях у этой собаки выделяются в большем количестве, чем в контрольном опыте, в двух случаях после нагревания не изменяются; выделение аммиака идет параллельно органическим кислотам, реакция мочи в 3-й порции более кислая. Содержание фосфатов в суточном количестве мочи колеблется в довольно широких пределах.

Вследствие того, что выделение фосфатов из организма происходит не только с мочой, но значительная часть их выделяется и кишечником, причем выделение этим путем подвержено сильным колебаниям, то по выделению фосфатов с мочой трудно судить о распаде фосфорсодержащих веществ в организме.

ТАБЛИЦА 3
Состав мочи в нормальных условиях и при перегревании (в миллиэквивалентах)
Собака № 3
Диета 500 г хлеба, 700 г молока

Дата	Условия опыта	Время пребывания в тепл. камере	Температура после пребывания в тепл. камере	Порции мочи	Органич. к-ты	NH ₃	Cl	PO ₄	SO ₄	Основа	pH
19/I-33 г.	Без нагревания	—	—	1-я порция 2-я порция 3-я порция	3,2 4,9 27,0	1,8 0,8 18,2	2,4 2,0 59	1,75 3,9 13,0	1,8 2,9 12,0	5 8,4 78	7,2 7,0 7,0
28/I	—	—	—	Суточное количество 1-я порция 2-я порция 3-я порция	35,1 2,2 4,3 24,0	20,8 0,7 1,0 20,2	63,4 1,6 5 49,4	18,65 1,45 1,65 21,2	16,7 1,65 1,3 17	91,4 4,3 8,6 67,6	7,2 7,0 7,0 6,7
8/II 25/I	Нагревание	35 м.	— 38,6 — 40,8	Суточное колич. Суточное колич. 1-я порция 2-я порция 3-я порция	30,5 32,8 0,67 2,1 30,7	21,9 25,2 0,01 1,32 16,5	50,6 64 0,1 4,7 56,3	24,3 30 0,85 4 27,9	19,95 14,5 1 0,75 14,2	80,5 90 4 7,5 85	6,7 7,8 7,0 6,6
31/I-33 г.	"	1 ч. 10 м.	38,6 — 41,0	Суточн. колич. 1-я порция 2-я " 3-я "	33,47 1,92 3,4 30,2	17,83 следы 0,01 20,2	61,1 2,2 6 40,4	29,65 0,39 0,84 12	25,7 0,26 0,4 8,8	96,5 6,3 10,8 57,6	8,4 8,0 6,2
4/II	"	50 м.	38,6 — 40,5	Суточн. колич. 1-я порция 2-я " 3-я "	35,52 4,5 2,25 42,00	20,21 1,1 0,45 26	48,6 0,85 1,8 50	13,23 2,1 0,9 18	9,46 2,25 2,97 10,23	74,7 9,2 6,2 65,0	7,6 7,2 6,6
9/II	"	50 м.	38,6 — 40,9	Суточн. колич. 1-я порция 2-я " 3-я "	43,75 1,54 7,89 40	27,55 0,16 4,18 32	52,65 0,58 6,6 54,6	21 0,036 2,5 16,8	15,45 0,33 4,2 13,2	80,4 5 10,2 64,5	8,3 7,2 6,2
				Суточн. колич.	49,43	36,34	61,78	19,386	17,73	79,7	

Мы стремились охватить возможно полное исследование состава мочи в отношении анионов, чтобы получить представление об общей картине взаимоотношений между основаниями и кислотами. При этом представлял интерес вопрос, является ли выделение с мочой карбонатов признаком увеличения содержания в моче общего количества оснований или уменьшения других анионов — например Cl , SO_4 , PO_4 .

Согласно формуле Henderson — Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{(\text{HCO}_3^-)}{(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

концентрация бикарбонатов в моче при постоянном pCO_2 находится в обратной зависимости от концентрации водородных ионов. Однако работами Mainzer было установлено, что щелочная моча при одном и том же pH может содержать различное количество бикарбонатов, что обусловлено различным напряжением CO_2 в моче.

В наших опытах мы можем отметить отсутствие параллелизма между количеством выделенных оснований и pH мочи. Общее количество оснований непосредственно после нагревания иногда немного больше, чем в 1-й порции контрольного опыта, но более отчетливо выступает другое явление. Непосредственно после пребывания в камере суммарная концентрация оснований в моче всегда больше концентрации исследовавшихся анионов ($\text{Cl} + \text{PO}_4 + \text{SO}_4$ + органические кислоты).

В связи с этим нами были поставлены опыты с определением общего количества карбонатов в моче после нагревания и за этот же промежуток времени в контрольном опыте. Эти данные приведены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

Общее количество CO_2 (в миллиэквивалентах) и pH мочи в нормальных условиях и при перегревании.

Собака	Без нагревания ¹		Тотчас после окончания нагревания в продолжение 1 ч 30 м	
	CO_2	pH	CO_2	pH
1	0,5	7,4	6,0	8,4
3	0,2	7,2	5,0	8,4

ТАБЛИЦА 5

Состав слюны после нагревания (в миллиэквивалентах)

Дата	№ собаки	Cl	PO_4	SO_4	Основания	pH
10/І	2	9,0	6,0	0,46	18	7,7
4/ХІІ	1	18,4	4,29	1,4	42,3	7,6
10/ХІІ	1	17,2	3,5	2,2	36,4	7,5
25/І	3	4,4	1,8	1,16	7,8	7,7
9/ІІ	3	2,4	0,64	0,92	4,8	7,6

¹ Моча собиралась за промежуток времени (1 ч. 30 м.), равный времени пребывания в камере.

Определение CO_2 производилось в манометрическом аппарате Van Slyke и Neéll для определения газов крови. Моча бралась катетером и заливалась парафиновым маслом во избежание потери свободной угольной кислоты. Оказалось, что после нагревания общее количество CO_2 ($\text{B}_2\text{CO}_3 + \text{HNCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3$) значительно выше, чем в контрольном опыте. Количество оснований в суточном количестве мочи после нагревания колеблется в тех же пределах, как и в контрольном опыте, и мы не можем говорить об избыточном выделении оснований; Mainzer и Joffe указывают на основании своих экспериментальных работ, что задержка кислот происходит всегда при выделении оснований в виде бикарбонатов при щелочной моче; при этом также уменьшается выделение аммиака, так как органические кислоты связаны с сильными основаниями. При избыточном же выделении кислот и аммиака происходит экономия в выделении сильных оснований.

При исследовании слюны можно отметить (табл. 5), что количество анионов и оснований в слюне мало по сравнению с содержанием оснований и анионов (Cl и органические кислоты) в потовой жидкости у человека при воздействии высокой температуры. Мы не могли обнаружить в слюне ни органических кислот, ни аммиака. Количество этих компонентов настолько мало, что практически не имеет значения; pH слюны выше 7,4, что указывает на выделение карбонатов. Из анионов больше всего выделяется Cl.

Если усиленная легочная вентиляция ведет к потере свободной угольной кислоты, понижению ее напряжения и тем самым способствует защелачиванию крови и выделению бикарбонатов с мочой, то при одновременной задержке анионов общее количество оснований в крови может не изменяться и, кроме того, если имеется несколько большее выделение оснований в порции мочи после нагревания, то, благодаря диффузии оснований из крови в ткани и из тканей в кровь, количество оснований в крови может оставаться постоянным.

Интересной является работа Wacker, который выдвигает теорию, согласно которой накопление молочной кислоты в крови идет не в виде свободной молочной кислоты, но соли Na или K и эквивалентное количество оснований в виде бикарбонатов переходят из крови в ткани, и общее количество оснований в крови не меняется. Свои выводы автор делает на основании следующих теоретических и экспериментальных данных. При мышечной работе образование молочной кислоты идет при щелочной реакции и, следовательно, переход молочной кислоты в свободном виде исключается, но нужно себе представить, что молочная кислота переходит в виде солей Na и K и, следовательно, резко должно было бы повыситься количество оснований в крови. Кроме того, нейтральное вещество — молочнокислый натр не может вытеснить CO_2 из бикарбонатов, количество же угольной кислоты в крови после мышечной работы резко падает. При исследовании в крови всех оснований как-то: Na, K, Ca, Mg оказалось, что общее количество оснований в крови не меняется, и автор делает следующее заключение: бикарбонаты переходят из крови в ткани, и таким образом компенсируется потеря оснований в мышцах. Быстрое окисление молочнокислого натра в мышцах с образованием щелочных карбонатов не смогло бы привести к компенсации оснований, так как все же гораздо больше молочной кислоты *продуцируется в крови*, чем исчезает при окислении.

Если теория, высказанная Wacker правильна, то количество бикарбонатов в тканях должно резко повыситься.

В дальнейшем в печени молочнокислый натр, связываясь со свободной CO_2 крови, синтезируется до углеводов и бикарбонатов и последние могут появляться в моче.

Является ли в наших опытах выделение бикарбонатов с мочой только результатом усиленной легочной вентиляции, падения pCO_2 и последующего защелачивания крови, или в этом процессе играет роль также и обмен ионами между кровью и тканями — сказать трудно.

Выяснение роли тканей в процессе выделения бикарбонатов с мочой при перегревании, как и анализ химических процессов, про-

исходящих в тканях при пребывании животного в условиях высокой температуры, является предметом наших дальнейших исследований.

Полученные нами данные позволяют нам сделать следующие выводы:

1. После пребывания экспериментального животного — собаки — в условиях высокой температуры при показаниях сухого термометра 50° и влажного 35° наблюдается задержка анионов Cl , SO_4 , PO_4 и аммиака и увеличивается выделение бикарбонатов; реакция мочи сдвигается в щелочную сторону.

2. Выделение бикарбонатов с мочой при одновременной задержке анионов может мало отразиться на общем количестве оснований.

3. В суточном количестве мочи повышается выделение органических кислот и аммиака, общее же количество оснований не дает значительных изменений.

4. Слюнные железы не играют той роли в выведении кислот, как потовые железы у человека; основания, входящие в состав слюны, выделяются главным образом с анионом Cl .

ЛИТЕРАТУРА

- Северин С. Е. Сборник работ Физиолог. лаборат. Института им. Обуха, Медгиз.
 Мешкова Н. П., там же. Mainzer F., Joffe A. Biochem. Zeitschr. 203, 50, 1928.
 Bischoff F., Loug M. L. Hill L., Journ. of Biol. Chem, 85, 625, 1929—30, 90, 331, 1931.
 Юделович Р. Я. Сборник работ Физиолог. лаборатории Ин-та им. Обуха. Has-
 selbalch K. A. Biochem. Zeitschr. 46, 403, 1912. Бабский и Петрачев. Ibidem.
 Hammerbacheru. Jakobi, цитир. по Bethe. Handb. III. Band, S. 820. Lersey,
 цитир. по Bethe, Handbuch, III. Band, S. 820. Mainzer F. Biochem. Zeitschr. 207, 169,
 1929. Wacker L. Biochem. Zeitschr. 255, 222, 1932.

DER EINFLUSS AUSSERER HOHEN TEMPERATUREN AUF DIE AUS- SCHEIDUNG VON SAUREN UND BASEN

Von R. J. Judelowitsch

Aus d. Physiologischen Laboratoriums d. Obuch Instituts f. Gewerbekrankheiten Forschung
 (Vorstand d. Laboratoriums — Prof. J. P. Rasenkov)

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war die Durchführung der vollständigen Untersuchung der Gesamtmenge von Basen und Anionen in der Tagesmenge des Harns und in den einzelnen Proben desselben bei den Hunden unter den normalen Umständen, und nach Ueberhitzung um die Reziprozität zwischen den Basen und Säuren festzustellen.

Dabei war es von Interesse ob die Ausscheidung von Karbonaten mit dem Harn nach Ueberhitzung ein Zeichen der Vergrößerung der Gesamtmenge des Inhalts von Basen im Harn, oder der Verminderung anderer Anionen wie Cl , SO_4 , PO_4 ist.

Die Ergebnisse gestatten uns eine folgende Schlussfolgerung:

1) Nach dem Verweilen des Versuchstieres — des Hundes unter der Einwirkung von hohen Temperaturen (50° nach dem trockenen, und 35° nach dem feuchten Thermometer), wird die Retention von Anionen Cl , SO_4 , PO_4 und vom Ammoniak, ebenso wie die erhöhte Ausscheidung von Bикарbonaten, beobachtet. Die Reaktion des Harns verschiebt sich nach der Alkalienseite.

2) Die Ausscheidung von Bикарbonaten im Harn, kann bei gleichzeitiger Retention von Anionen, nur wenig die Gesamtmenge der Basen beeinflussen.

3) In der Tagesmenge des Harns steigert sich die Ausscheidung der organischen Säuren und des Ammoniaks, die Gesamtmenge der Basen dagegen zeigt keine bedeutenden Veränderungen.

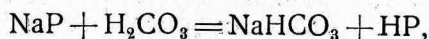
ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ В КРОВИ

Г. Е. Владимиров

1. Если обратиться к старым литературным источникам, то в них мы встретим указание на существование следующих форм угольной кислоты в крови: 1) свободная угольная кислота, находящаяся в физическом растворе, 2) связанная угольная кислота в форме бикарбонатов и 3) часто встречались указания на существование рыхлых соединений угольной кислоты с белками.

Развитие учения о концентрации водородных ионов и о буферных растворах позволило понять роль белков для связывания угольной кислоты не с точки зрения непосредственного взаимодействия белка с угольной кислотой, а как следствие буферных свойств белков.

При поступлении угольной кислоты в раствор происходит сдвиг реакции в кислую сторону, белки при этом, как буфера, отдают основание, связывающее угольную кислоту в форме бикарбоната. Схематически реакцию можно представить следующим образом:



где NaP — белковая соль, а HP — белок в форме кислоты.

Самым мощным белковым буфером крови является гемоглобин. Но в дыхательном цикле крови гемоглобин является поставщиком основания для поступающей из ткани угольной кислоты еще в силу совершенно особых свойств гемоглобина. Именно, при переходе оксигемоглобина в восстановленный гемоглобин последний оказывается обладающим гораздо более слабыми кислотными свойствами, а потому даже при неизменном pH должен отдать значительное количество основания, связанного до того с оксигемоглобином. Это основание идет на связывание поступающей угольной кислоты. Как показывают расчеты, около $\frac{2}{3}$ всей угольной кислоты крови переносится за счет этих изменений физико-химических свойств гемоглобина.

Наличие перепонки, разделяющей эритроцит от плазмы, осложняет течение этого процесса. Перепонка непроницаема для коллоидов, в частности для гемоглобина, и для некоторых ионов, в частности катионов. Напротив, для ряда анионов она проницаема.

Взаимодействие основания, теряемого гемоглобином, с поступающей угольной кислотой идет не только непосредственно внутри эритроцита, но в большей части и в плазме. Так как перепонка эритроцита для основания (катиона) непроницаема, то связывание его осуществляется за счет соляной кислоты, поступающей из плазмы. В плазме при этом эквивалентное количество угольной кислоты переходит в бикарбонат: $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{HCl}$ идет в эритроциты. Приведенные соотношения и соответствующая литература подробнее изложены в нашей статье за 1931 г.

Эта схема, поддерживаемая в последнее время школами Л. Хендерсона и Ван-Сляйка, считается только с двумя первыми формами угольной кислоты в крови. За последние годы появился ряд работ, позволяющих восполнить эти представления о формах существования угольной кислоты и об ее динамике в течение дыхательного цикла и разрешить некоторые существовавшие до последнего времени противоречия.

2. Необъяснимым до последнего времени фактом являлась большая скорость достижения равновесия в распределении угольной кислоты между кровью, протекающей через легкие, и альвеолярным воздухом. По исследованиям А. Крог и М. Крог, это равновесие должно устанавливаться в течение одной секунды. За этот промежуток времени для удаления избытка угольной кислоты должна протечь следующая цепь процессов: 1) кислород должен продиффундировать через легочный эпителий, через эндотелий капилляров, через некоторый слой плазмы и наконец, вглубь эритроцита; 2) кислород должен соединиться с гемоглобином; 3) полученный оксигемоглобин должен вступить в реакцию с бикарбонатом — непосредственно или через посредство соляной кислоты, диффундирующей из эритроцита и вытесняющей угольную кислоту из бикарбоната плазмы; 4) образовавшаяся угольная кислота (H_2CO_3) должна распасться на углекислый газ (CO_2) и воду, и наконец, 5) углекислый газ должен продиффундировать из эритроцита или из плазмы в просвет альвеол легких.

Из перечисленных процессов некоторые, например 2-й и 3-й, происходят с очень большой скоростью, другие — в частности диффузия газов и обмен ионов — происходят значительно медленнее, но при незначительном, измеряющемся микронами пути диффузии, одна секунда оказывается, как показала М. Крог, сроком достаточным для газового обмена крови, как в условиях покоя, так и при мышечной работе, когда газовый обмен сильно возрастает. Напротив, процесс перехода угольной кислоты (H_2CO_3) в углекислый газ (CO_2) является процессом, медленно протекающим, процессом, требующим для своего завершения многие секунды.

Сравнительная медленность дегидратации H_2CO_3 может быть обнаружена следующим опытом (Михаэлис, 1922). К 0,1 н раствору бикарбоната в присутствии нейтральрота прибавляется 0,1 н соляной кислоты столько, чтобы раствор покраснел. В течение следующих нескольких секунд пожелтение индикатора укажет на значительное уменьшение концентрации водородных ионов. Это обусловлено тем, что выделившаяся из бикарбоната угольная кислота H_2CO_3 является довольно сильной кислотой с константой диссоциации около $10^{-3,4}$ (Бюйрендайк, Бринкман и Мук, 1927). В течение нескольких секунд подавляющая масса молекул H_2CO_3 распадается на CO_2 и H_2O до тех пор, пока между этими двумя формами не установится равновесие. В результате получается как бы уменьшение константы диссоциации угольной кислоты. Кажущаяся константа диссоциации угольной кислоты равна $10^{-6,3}$.

Кинетика дегидратации H_2CO_3 и гидратации CO_2 была изучена Тилем (1913) и в особенности подробно Фаурхольтом (1925). Реакция идет при различных рН с различной скоростью и по различным путям. При кислой и слабощелочной реакции до рН 10 реакция идет почти исключительно по уравнению $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$.

При рН около 10 ясно выражена и вторая реакция — реакция непосредственного образования бикарбонатных ионов $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$.

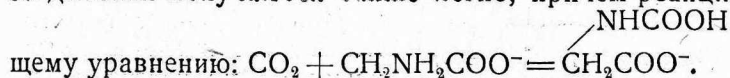
При рН 11 и выше реакция идет целиком по второму уравнению.

При pH 7 время, требующееся для того, чтобы реакция дошла до состояния, соответствующего осуществлению реакции на 90%, при 0° С — 700 сек., при 18° С — 78 сек., при 38° С — 8 сек. (С тэ д и О' Б р и е н, 1933).

Одним из путей, на который встала научная мысль для разрешения указанного противоречия, является допущение помимо свободной угольной кислоты и угольной кислоты бикарбоната еще углекислоты, комплексно и рыхло связанной с белками. Вопрос о существовании подобных соединений был выдвинут еще С е ч е н о в ым, и с тех пор этот взгляд попеременно оспаривался и поддерживался. В настоящее время под этот взгляд подводится база изучением карбаминовых соединений. Опять-таки Ф а у р х о л ь т у мы обязаны подробным изучением кинетики этих соединений.

Пользуясь тем фактом, что кальциевые и бариевые соли карбаминовых соединений хорошо растворимы, в то время как углекислые соли этих же металлов нерастворимы, Ф а у р х о л ь т подробно изучил поведение аммиака, спиртов, аминов и аминокислот при действии на них различных форм угольной кислоты.

Аммиак (NH₃) мгновенно дает соединение с углекислым газом: NH₃ + CO₂ = NH₂COOH (карбаминовая кислота) и не дает карбаминовой кислоты с H₂CO₃. Это соединение прочно на холоду, при высокой же температуре (70° С) разлагается. С аминокислотами карбаминовые соединения получаются также легко, причем реакция идет по следующему уравнению:



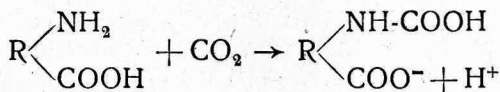
Для образования карбаматов необходимо наличие свободной аминогруппы. Реакция с так называемой Zwitterion'ной формой аминокислоты: CH₂NH₃⁺COO⁻ не идет. Количество карбаматов, как показал опыт, значительно возрастает в области pH 8—10. Это поведение карбаматов дает дальнейшее подтверждение теории Zwitterion'ов.

Иллюстрацией зависимости между количеством свободных NH₂ групп и количеством образующегося карбамата может служить следующая таблица (взята из Meldrum и Roughton, 1933).

ТАБЛИЦА 1

	рК щелочн. гр.	% своб. групп	% карбамата
Гликоколл	10,30	1,0	10
Глицил-глицин	8,80	25,0	47
Глиц. глиц. глицин	8,64	36,5	56
Гистидин	9,75	2,8	24
Цистеин	8,70	31,5	62

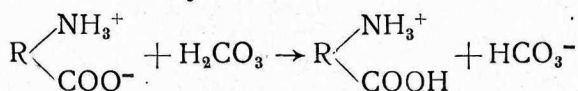
Вопрос о карбаматных соединениях белков был подвергнут изучению еще Зигфридом (1909). Он указал на следующий тип соединений:



Образующееся комплексное соединение белка с угольной кислотой обладает более резко выраженными кислотными свойствами, нежели

исходный белок, и несет на себе более высокий отрицательный заряд.

Следует здесь же отметить, что Паули и Штенцингер (1929) нашли, что даже сильно кислые белки, как например овальбумины, при воздействии CO_2 , делаются электроположительными, т. е. реакция протекает по следующей схеме:



Вопрос о карбаминных соединениях белков вообще таким образом еще недостаточно изучен. Больше данных имеется о возможности комплексных соединений CO_2 с гемоглобином.

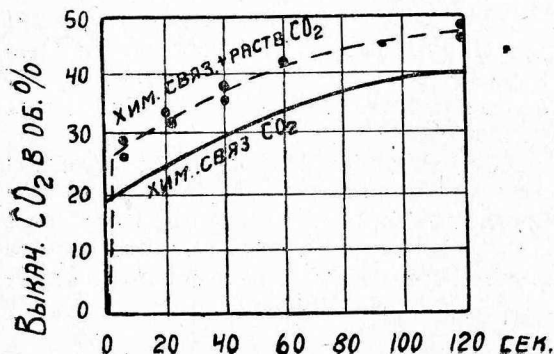


Рис. 1.

ние, легко распадающееся при понижении парциального давления CO_2 . Так называемые „взрывные“ опыты, т. е. опыты с мгновенным резким разрежением в сосуде с кровью, показали, что при этом значительное количество CO_2 из крови выделяется сразу, а затем идет медленное увеличение количества CO_2 в газовой среде (рис. 1). Напротив, при разрежении в сосуде с плазмой выделение CO_2 идет все время равномерно (рис. 2). Углекислоту, выделяющуюся мгновенно, Хенриксес относит за счет карбгемоглобина, последующее же медленное нарастание CO_2 — за счет вытеснения H_2CO_3 из бикарбоната и перехода H_2CO_3 в CO_2 . Свою теорию Хенриксес подкрепляет опытами по изучению влияния гемоглобина на доннановское распределение ионов Cl^- и HCO_3^- . Теория требует того, чтобы

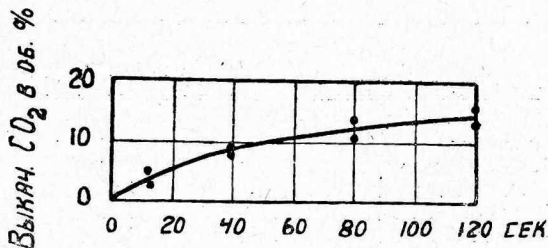


Рис. 2.

$\Gamma_{\text{Cl}^-} = \Gamma_{\text{HCO}_3^-}$, причем под Γ_{Cl^-} понимается $\frac{[\text{Cl}^-]_c}{[\text{H}_2\text{O}]_c} : \frac{[\text{Cl}^-]_s}{[\text{H}_2\text{O}]_s}$, где $[\text{Cl}^-]_c$ и $[\text{H}_2\text{O}]_c$ концентрация Cl^- и H_2O в эритроцитах, а $[\text{Cl}^-]_s$ и $[\text{H}_2\text{O}]_s$ — концентрация Cl^- и H_2O в плазме крови, а под $\Gamma_{\text{HCO}_3^-}$ понимается соответствующее отношение для ионов HCO_3^- . Фактически однако оказывается, что $\Gamma_{\text{HCO}_3^-}$ больше чем Γ_{Cl^-} , именно $\Gamma_{\text{Cl}^-} = 0,87 \Gamma_{\text{HCO}_3^-}$. Такую разницу Хенриксес объясняет тем, что некоторое количество угольной кислоты находится в связи с гемоглобином, а потому дей-

ствительная концентрация ионов HCO_3^- в эритроцитах меньше, нежели та, которую обычно приводят, пользуясь обычным методом расчета путем вычитания из всей угольной кислоты уголекислоты, находящейся в состоянии физического раствора.

Опыты Хенрикеса были проверены Ван-Сляйк и Хоукинсом (1930). Последние подтвердили основной факт, установленный Хенрикесом, именно, что при мгновенном разрежении из крови CO_2 освобождается значительно быстрее, нежели из буферного фосфатного раствора, к которому прибавлен бикарбонат: из крови освобождалось в их опытах CO_2 в 5 секунд столько, сколько из буферного раствора только в течение 80 секунд. Однако эти авторы допущение Хенрикеса о существовании карбгемоглобина считали необоснованным и высказали предположение о каталитическом влиянии крови или гемоглобина на скорость дегидратации угольной кислоты. Различие же в распределении ионов Cl^- и HCO_3^- между эритроцитами и плазмой они относили за счет разницы в коэффициентах активности для этих ионов в присутствии больших количеств гемоглобина.

Дальнейшие исследования однако подкрепили гипотезу Хенрикеса. Так Маргариа (1931) показал, что такого изменения активности ионов HCO_3^- , какое допускала школа Ван-Сляйка, нет.

Расчет молекулярной концентрации на основании давления паров воды в крови и растворах гемоглобина, насыщенных газовой смесью, содержащей CO_2 , неизменно показывал, что 40—20% угольной кислоты находится не в форме HCO_3^- , а в какой-то иной, связанной, осмотически неактивной форме. Определение pH таких растворов указывает тоже на связывание CO_2 .

В новой работе Хенрикес (1933), на основании разницы между подсчитанной общей молекулярной концентрацией в эритроцитах и таковой в плазме, дает следующие соотношения для лошадиной крови при 37°C.

ТАБЛИЦА 3

pH плазмы	Количество связанной CO_2 в эритроцитах в mM	Количество комплексно связ. CO_2 в mM	Максимальное количество комплексно связ. CO_2 в % ко всей CO_2
6,50	55	1	2
6,75	50	9	18
7,00	45	14	31
7,25	38	15	40
7,50	30	8	27
7,75	20	2	10
8,00	9	0	0

Как видно из приведенной таблицы, как-раз в физиологической зоне pH значительная доля CO_2 может находиться в комплексной связи с гемоглобином, и таким образом последнее соединение может играть существенную роль в дыхательном цикле.

В вышедшей вскоре затем работе Мельдрум и Ротон (1933), исследуя скорость освобождения CO_2 из крови в различных условиях, также пришли к заключению, что в крови имеется связанная, небикарбонатная уголекислота. Цифры, приводимые ими, однако значительно меньше, нежели приводимые Хенрикесом.

Повышение температуры крови резко уменьшает количество неби-карбонатной связанной CO_2 . Экстраполяция данных к 37°C по Мельдрум и Ротону дает при 50 мм напряжения CO_2 5 объемн. % для восстановленной крови и 2 объемн. % для окисленной. Несмотря на эти незначительные цифры, существенно то, что разница между ними составляет 3 объемн. %, т. е. значительную долю той разницы в содержании CO_2 , какая имеется между артериальной и венозной кровью.

Таким образом надежными цифрами для углекислоты, связанной с гемоглобином, мы еще не располагаем. Различие в данных обусловлено различиями в методах определения, еще далеких от совершенства. В частности к данным Хенрикеса предъявляют тот упрек, что в расчеты осмотической концентрации не введены поправки на осмотическом коэффициенте активности. Подобного же рода погрешность не позволила несколько ранее Стэди и О'Бриен (1931) установить и наличие самого факта различия в молекулярной концентрации.

ТАБЛИЦА 4

Кровь	0°C		15°C	
	pCO_2 в мм Hg	Связанная неби-карбонатная CO_2 в объемн. %	pCO_2 в мм Hg	Связанная неби-карбонатная CO_2 в объемн. %
Восстановлен- ная	10,6	9,8	12,0	3,4
	22,0	11,6	23,6	5,7
	50,0	14,0	42,5	7,2
	69,0	16,0	65,0	9,5
Окисленная . .	11,6	4,0	12,3	1,2
	20,4	9,1	35,4	4,9
	63,2	11,9	65,0	4,9

Но если этот вопрос с количественной стороны еще изучен недостаточно, то во всяком случае на нынешнем этапе развития химии крови старый спор о наличии рыхлых соединений CO_2 с белками в отношении гемоглобина следует считать разрешенным в положительном смысле.

5. Идея Ван-Сляйка и Хоукинса (1930) о каталитическом ускорении дегидратации H_2CO_3 кровью была подвергнута проверке рядом исследователей [Бринкман и Маргариа (1931), Мельдрум и Ротон (1933), Стэди и О'Бриен (1933)] и оказалась чрезвычайно плодотворной. Двумя различными методами, а именно исследованием изменения pH буферного раствора, к которому добавляется NaHCO_3 или CO_2 с одной стороны [Бринкман и Маргариа (1931), Стэди и О'Бриен], и исследованием изменения напряжения CO_2 в газовой фазе, находящейся в равновесии с изучаемым раствором (Мельдрум и Ротон, 1933) удалось показать, что прибавление крови сильно ускоряет как процесс дегидратации H_2CO_3 , так и процесс гидратации CO_2 . Ускорение это зависит от наличия в эритроцитах особого фермента карбоангидразы (carbonic anhydrase). Наиболее полные данные о свойствах этого фермента мы находим в статье Мельдрум и Ротона (1933). Применяя для осаждения гемоглобина спирально-хлороформную смесь, эти авторы получили грубый препарат фермента с незначительным содержанием гемоглобина. Для очищения его от ряда посторонних примесей они воспользовались рядом адсорбентов. Наилучшие результаты были получены

при помощи гидрата окиси алюминия. О степени очистки фермента можно судить по его активности. В качестве меры активности ими было взято отношение $E = \frac{R - R_0}{R_0}$, где R_0 — скорость дегидратации H_2CO_3 в отсутствии катализатора, а R — в присутствии катализатора.

При расчете на 1 мг плотных веществ были получены следующие цифры:

Активность эритроцитов	4,6 Е
„ грубого хлороформного препарата . . .	90 Е
„ очищенного при помощи $Al(OH)_3$	1730 Е

Очищенные препараты карбоангидразы не содержат ни гемоглобина, ни гематина. Пробы на каталазу, пероксидазу и оксидазу дают отрицательные результаты. Белковые реакции (р. Миллона, ксантопротеиновая р., реакция на серу, реакция с глиоксиловой кислотой, биуретовая реакция, реакция с α -нафтолом) получались отчетливо со всеми препаратами. Фермент может быть высушен без потери активности. При хранении на холоду фермент сохраняется в течение нескольких недель. При повышении температуры до 55—60° С фермент быстро теряет активность. При изменении рН устойчив в широких пределах от рН 3 до рН 12. Оптимум действия, повидимому, в физиологической зоне рН, но даже при рН 11 можно обнаружить его действие. В связи с столь широкой зоной его действия и тип катализируемой реакции различен. При рН 7,6 катализируется исключительно реакция $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$, при рН 10, кроме того реакция $CO_2 + OH^- \rightleftharpoons HCO_3^-$, при рН 11 — целиком вторая. Из ядов, тормозящих или прекращающих действие карбоангидразы, указываются окись углерода, цианиды, сульфиды, азиды, медь, серебро, золото, цинк, ртуть, фенилуретан. Особое внимание авторы уделяют доказательству того, что фермент не имеет ничего общего с гемоглобином. Помимо доказательств путем очищения фермента ими, а также Бринкман (1933) приведен ряд биологических доказательств. Количественное содержание карбоангидразы и гемоглобина у различных животных не показывает параллелизма. Особенно интересным является сопоставление содержания карбоангидразы в крови материнского организма и в крови плода. Авторами была оперирована дюжина беременных коз. Плодная кровь показывала с возрастом плода постепенное увеличение содержания карбоангидразы от 0,5 до 15% содержания последней в материнской крови. Бринкман (1933) на морской станции в Гельголанде подверг исследованию на карбоангидразу кровь, тканевые экстракты, жидкость полости тела, сперматозоиды и яйцевые клетки ряда беспозвоночных. При этом оказалось, что с одной стороны карбоангидраза встречается в некоторых случаях и при отсутствии гемоглобина, в других случаях наоборот ее нет в присутствии гемоглобина, в третьих могут присутствовать одновременно и гемоглобин и карбоангидраза. Никакой корреляции между содержанием гемоглобина и карбоангидразы нет.

Стэди и О'Бриен (1933) указывают на то, что экстракты измельченных мышц также содержат карбоангидразу, причем последняя не может быть отнесена за счет оставшейся крови.

6. Кровь холоднокровных повидимому бедна карбоангидразой. Напротив, у них благодаря невысокой температуре крови более значительную роль могут играть процессы непосредственного связывания CO_2 с гемоглобином. У теплокровных роль „карбаматной“, вернее

белковосвязанной CO_2 значительно меньше, так как чем выше температура, тем менее устойчивы соединения этого типа. Значение же карбогидразы для дыхательного цикла у теплокровных несомненно. Диффузия CO_2 через живые ткани совершается очень быстро (экспериментальные данные и литература — см. Верли-Хегнер и Висс, 1933). Но переход из тканей в кровь и из крови в просвет альвеол связан в первом случае с гидратацией, во втором случае с дегидратацией. Хенрикес, пользуясь данными Фаурхольта, рассчитал, что в условиях обычной скорости этих процессов в легких эритроциты могли бы освободить всего около 20% того количества CO_2 , которое освобождается фактически. Некоторая доля CO_2 , количественно точно еще неизвестная, освобождается за счет диссоциации карбгемоглобина. Но повидимому еще большая доля освобождающейся в легких CO_2 обязана каталитическому ускорению процесса дегидратации вытесняемой из бикарбоната H_2CO_3 .

Не исключена возможность и того, что карбоангидраза имеет значение и для протекания других биохимических процессов. За это говорит то, что Мельдрум и Ротону удалось показать ускоряющее действие карбоангидразы на некоторые химические реакции, в которых скорость гидратации CO_2 или дегидратации H_2CO_3 являлась ограничивающим моментом (превращение CaCO_3 в бикарбонат при пропускании CO_2 , получение бикарбоната и карбоната аммония при пропускании CO_2 через аммиак и т. д.).

Несомненно, что изложенные нами работы дали многое для понимания неясных сторон газового обмена крови и могут оказаться основанием для не менее интересных работ в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

- Владимиров. Врачебная газета, №№ 18—19, 1931. Brinkman and Margaria. Journ. of Physiol. 72, 6 P, 1931. Brinkman. Journ. of Physiol. 80, 171, 1933. Faurholt. Journ. de Chimie physique, 21, 400, 1924, 22, 1, 1925. Henriques. Biochem. Zeitschr. 200, 1, 5, 10, 18 und 22, 1928. Henriques. Ergebn. d. Physiologie, 28, 625, 1929. Henriques. Biochem. Zeitschr. 260, 58, 1933. A. Krogh. and M. Krogh. Journ. of Physiol. 49. Margaria. Journ. of Physiol., 7 P, 1931. Meldrum and Roughton. Journ. of Physiol., 80, 113, 1933. Meldrum and Roughton. Journ. of Physiol. 80, 143. 1933. Michaelis. Die Wasserstoffionenkonzentration, 1922. Pauly und Steuzinger. Biochem. Zeitschr. 205, 71, 1929. Siegfried, цит. по Pauly und Valko. Kolloidchemie der Eiweisskörper, 1933, Dresden und Leipzig. Stadie und O'Brien. Biochem. Zeitschr. 237, 290, 1931. Stadie und O'Brien. Journ. of biolog. Chem. 103, 521, 1933. Thiel. Ber. d. d. Chem. Ges. 46, 241, 267, 1913. Van Slyke and Hawkins. Journ. of biolog. Chem, 87, 265, 1930. Werli-Hegner und Wyss. Biochem. Zeitschr. 266. 46, 1933.

DIE FORMEN DES VORKOMMENS VON KÖHLENSÄURE IM BLUTE

Von G. E. Wladimirow

К АНАЛИЗУ ВЛИЯНИЯ НЕРВОВ НА ДВИЖЕНИЕ МЕРЦАТЕЛЬНЫХ ВОЛОСКОВ

А. П. Шмагина

Из физиологической лаборатории Северо-Кавказского государственного медицинского института, Ростов н/Д. (зав. — проф. Н. А. Рожанский)

Уяснение закономерностей, управляющих деятельностью мерцательного эпителия, представляет не только теоретический, но и большой практический интерес. Очевидно, что от состояния мерцательного эпителия, от его функциональной способности, при всех прочих равных условиях, зависит полнота очистки дыхательных путей, а следовательно и возможность предупреждения тех или иных патологических явлений.

Особо актуальным является этот вопрос для профилактической медицины, работающей на фронте оздоровления труда. Для пыльных профессий вопрос очищения дыхательных путей является одним из важнейших, он может быть не менее значителен и для некоторых химических производств. Остается ли тот или иной род пыли, или вдыхаемое химическое вещество индифферентным, или способствует ускорению или замедлению работы мерцательного эпителия — далеко не безразлично для скорости и полноты очистки дыхательных путей, а следовательно и для удаления возможного вредоносного агента.

В противовес установившемуся в физиологии мнению об автоматичности работы мерцающих волосков, работами Н. А. Рожанского впервые было с достаточной четкостью установлено влияние нервной системы на мерцательные движения на пищеводе лягушки в том смысле, что блуждающий нерв ускоряет, а симпатический замедляет их работу. Физиологическая литература по этому вопросу довольно скудна и в основном отрицает нервные влияния на мерцательные движения у позвоночных. Так, Engelman и Weiss допускают возможность влияния нервов на реснички у беспозвоночных и отрицают таковые влияния на реснички высших животных. Merton, считая в основном мерцательные движения исключительно автоматическими, с ритмом, зависящим от изменений киноплазмы, все же допускает, что у некоторых животных мерцательный эпителий находится под влиянием нервной системы. Так, например, им описана зависимость мерцательных движений ресничек у пресноводной улитки от нервной системы, но в той же статье он говорит и об Ursprungsgebiet, находящейся на верхнем небе у отверстий межчелюстных желез лягушки и вызывающем движение ресничек во всех направлениях. Verwohn по различным соображениям считает принципиально излишним допущение зависимости мерцательных движений от нервов, данные же морфологических исследований (Pütter, Плоско) говорят за наличие иннервации мерцательного эпителия.

Наша работа была проведена на пищеводе лягушки, причем мы пытались подойти к разрешению вопроса со стороны гуморальных воздействий на нервную систему. Действие адреналина и атропина, как специфических для нервной системы ядов, при наличии того или иного влияния нервной системы на мерцательные движения не могло остаться индифферентным. Основным методом нашей работы был графический метод Н. А. Рожанского, заключающийся в том, что работа мерцательного эпителия измеряется скоростью движения грузика по его поверхности с передачей этого движения посредством коконной нити коленчатому рычажку, пишущему на барабане. Точность

передачи была довольно совершенной, так что грузик обычно двигался по поверхности мерцательного эпителия вместе с мельчайшими частицами и пузырьками воздуха.

Дополнительно, данные, полученные графическим методом, были подтверждены наблюдением мерцательного эпителия глазом с помощью бинокулярной лупы. Порядок опытов при регистрации работы мерцательного эпителия на барабане был таким: по вскрытию пищевода, на обезглавленной лягушке, обычно со спины, устанавливалась величина первоначальной работы, затем между пробами действия физиологического раствора, являющегося сильным ускорителем для мерцательных движений на пищеводе лягушки, делались пробы адреналиновой или атропиновой. Растворы адреналина и атропина готовились на физиологическом растворе и употреблялись обычно в разведениях 1:10 000 и 1:100 000. По отношению эффекта работы после действия адреналина или атропина к работе перед действием, а также сравнивая эффект ускорения от раствора адреналина или атропина с ускорением после действия чистого физиологического раствора, мы и судили о влиянии агента на работу мерцательного эпителия. Кроме того действие растворов адреналина, атропина и чистого физиологического наблюдалось в комбинации с раздражением симпатического и блуждающего нервов. Для раздражения как правило бралась веточка симпатического нерва, входящая в узел п. vagi и черепно-мозговой корешок блуждающего нерва, оба на одноименной стороне наблюдаемого мерцательного эпителия.

Данные нашей работы полностью подтвердили выводы Н. А. Рожанского⁽¹⁾ об ускоряющем влиянии блуждающего и замедляющем — симпатического нерва на работу мерцательного эпителия.

ТАБЛИЦА 1

Влияние раствора адреналина и чистого физиологического раствора на работу мерцательного эпителия пищевода лягушки

Месяц и число	Работа до действия физиологического раствора	Работа после действия физиологического раствора	Процент ускорения	Работа до действия адреналина	После действия адреналина	Процент ускорения	Работа перед действием физиологического раствора	После действия физиологического раствора	Процент ускорения
1929 г.	1,43	10,0	+ 599,30	6,25	15,15	+ 142,40	5,00	20,0	+ 300,0
21/VI	2,55	20,00	+ 684,31	3,24	13,33	+ 311,42	2,14	17,24	+ 705,60
23/VI	3,63	17,24	+ 375,20	3,63	13,33	+ 267,24	2,35	13,33	+ 458,72
	3,33	7,51	+ 125,52	5,71	12,04	+ 110,85	4,00	8,00	+ 100,0
24/VI	3,24	24,39	+ 652,77	4,16	12,04	+ 189,42	—	—	—
	2,66	12,04	+ 352,63	5,71	9,26	+ 62,17	—	—	—
25/VI	4,80	30,30	+ 531,25	6,32	30,30	+ 379,43	1,55	20,0	+ 1190,32
13/VII	3,33	15,15	+ 354,95	3,87	2,93	— 75,97	—	—	—
15/VII	4,95	36,0	+ 627,27	12,0	28,8	+ 140,0	—	—	—
	13,08	36,6	+ 275,23	13,08	21,92	+ 67,58	—	—	—
23/VII	3,53	30,0	+ 745,8	10,0	24,0	+ 140,0	—	—	—
	8,0	24,0	+ 200,0	8,0	20,0	+ 150	—	—	—
24/VII	8,6	40,0	+ 365,11	4,61	30,0	+ 550,75	—	—	—

При изучении влияния адреналина на работу мерцательного эпителия вначале мы не могли отметить разницы его действия по сравнению с чистым физиологическим раствором, и только при окончательной обработке цифр убедились, что если раствор адреналина и действует на первый взгляд ускоряюще, то при анализе цифр оказывается, что это ускорение значительно меньше, нежели от чистого физиологического раствора, и что следовательно адреналин сам по себе оказывает замедляющее действие на работу мерцательного эпителия, будучи же растворен в ускорителе (физиологический раствор), уменьшает ускоряющее действие растворителя. Для сравнения приводим таблицу (табл. 1) эффекта действия физиологического раствора чистого

и с прибавлением адреналина. Величины во всех таблицах регистрации работы мерцательного эпителия даны в миллиметрах пути, пройденного грузиком в одну минуту.

Несмотря на то, что ускорение мы выражаем и в процентах, при оценке значения цифр мы считаем наиболее правильным исходить из абсолютных показателей. Дело в том, что предельная величина ускорения не так далека от нуля, и ускорение с 2 до 40 мм (часто предельной величины) и с 20 до 40 мм, предельное в том и другом случае, в процентах дает колоссальнейшую разницу, и анализируя значение цифрового материала только по процентам, можно впасть в грубую ошибку, приписав агенту, вызвавшему ускорение с 2 до 40 мм, преувеличенное значение. Таким образом из табл. 1 с очевидностью следует, что ряд цифр, обозначающих ускорение после действия адреналина, значительно ниже цифр ускорения после действия чистого физиологического и по существу нигде его не превосходит.

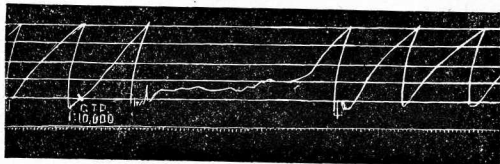


Рис. 1.

Гораздо более выраженным является действие раствора атропина. При накапывании 2-3 капель раствора атропина, приготовленного на физиологическом растворе, мы обычно имеем отчетливое замедление в движении грузика, а при повторном накапывании часто и полную остановку. Прилагаемая кривая с достаточной ясностью свидетельствует об этом (рис. 1).

При рассматривании кривой на рис. 1 мы видим, что после действия атропина развивается на некоторое время полная остановка работы мерцательного эпителия. Всего проб с атропином было проведено 48, и только в одном случае мы имели некоторое ускорение. Во всех остальных случаях действие атропина вызывало выраженное замедление (табл. 2). Ясно, что этот факт объяснить иначе, как исключением

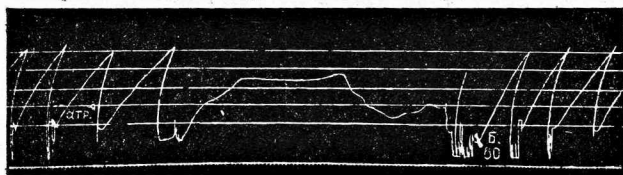


Рис. 2.

или ослаблением влияния блуждающего нерва, обычно стимулирующего деятельность мерцательного эпителия пищевода лягушки, мы не могли.

Кроме того нужно отметить, что в наших случаях действие атропина

проявляется несколько иначе, чем это мы обычно привыкли видеть. Как видно из рис. 1, действие атропина довольно кратковременно, так что примерно через 3—5 мин. после накапывания без всякого вмешательства извне восстанавливается прежняя степень деятельности мерцательного эпителия. Подобный тип действия атропина отличается от обычной картины паралича окончаний блуждающего нерва на других органах, являющегося длительным и устойчивым. Эта разница в действии атропина заставляет предположить некоторое своеобразие окончаний или иной, отличный от обычного, способ воздействия ускоряющего нерва на мерцательный эпителий пищевода лягушки. Раздражение черепномозгового корешка п. vagi при развитии замедления работы мерцательного эпителия под влиянием атропина быстро возвращало эпителию его прежнюю работоспособность (рис. 2).

ТАБЛИЦА 2

Действие атропина на работу мерцательного эпителия пищевода лягушки

Месяц и число	Работа до действия физиологического раствора	Работа после действия физиологического раствора	Процент ускорения	Работа до действия атропина	Работа после действия атропина	Процент ускорения	
1330 г.	6,0	18,0	+ 200,0	15,0	7,2	— 52,0	
13/X	4,5	18,0	+ 300,0	12,0	3,0	— 75,0	
	—	—	—	18,0	9,0	— 50,0	
	—	—	—	9,0	5,13	— 43,0	
21/X	—	—	—	18,0	12,0	— 33,33	
	—	—	—	12,0	7,0	— 40,0	
	—	—	—	12,0	1,99	— 83,33	
	—	—	—	12,0	1,09	— 99,25	
19/X	6,0	24,0	+ 300,0	24,0	12,0	— 50,0	
	12,0	24,0	+ 100,0	24,0	6,0	— 75,0	
	—	—	—	7,2	5,13	— 28,75	Затем полная остановка
20/X	—	—	—	20,52	13,08	— 36,25	
	—	—	—	20,52	10,28	— 50,0	
	—	—	—	24,0	12,0	— 50,0	В дальнейшем полная остановка
22/X	—	—	—	18,0	9,0	— 50,0	
	—	—	—	20,52	7,71	— 62,42	
	—	—	—	18,0	Полная остановка через 3' 25"		
15/X	12,0	18,0	+ 50,0	20,52	8,01	— 60,96	
	3,27	9,0	+ 175,0	12,0	9,0	— 25,0	
	6,0	6,0	± 0	7,2	2,57	— 64,30	
17/X	—	—	—	9,0	6,0	— 33,33	
	12,0	9,0	— 25,0	12,0	7,2	— 40,0	
	—	—	—	28,8	12,0	— 58,33	
	—	—	—	28,8	9,0	— 68,95	

Что же касается влияния раздражения блуждающего нерва на мерцательный эпителий без всякого предварительного воздействия химических агентов, то таковое дает отчетливый ускоряющий эффект (рис. 3).

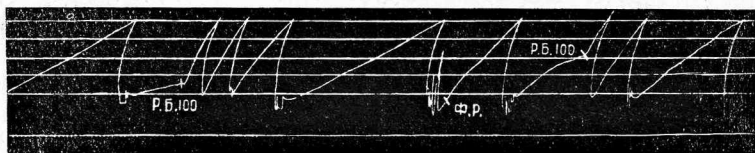


Рис. 3.

Для раздражения нервов мы всегда пользовались индукционным током при расстоянии катушек индуктория — 120—100—80 мм. Данные раздражения п. vagi представлены в табл. 3.

Всех опытов с раздражением блуждающего нерва было 46. Из них не было никакого эффекта в 5 случаях раздражения, т. е. всего в 10,87%. Один случай был отрицательным и все остальные (т. е. 86,96%) дали четкий эффект ускорения.

Раздражение симпатического нерва, за исключением 15 (14,15%) случаев, оставшихся без заметного результата, и 6 (5,66%) случаев противоречивых, во всех остальных, составляющих 80,19% к общему числу раздражений симпатического нерва, давало замедление работы мерцательного эпителия. На рис. 4 дан обычный характер замедления движения грузика. Латентный период, как при раздражении симпатического, так и блуждающего нерва, был равен обычно — 0 — 10 — 15 секундам, но иногда достигал и 2 мин. 30 сек. (см. рис. 4 и табл. 4).

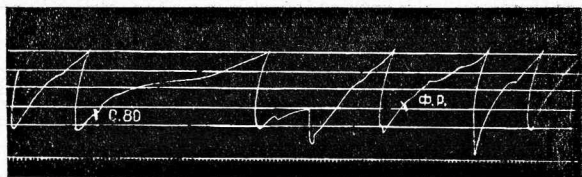


Рис. 4.

ТАБЛИЦА 3

Влияние раздражения блуждающего нерва на работу мерцательного эпителия

Месяц и число	Работа по вскрытию	Работа перед раздражением	Работа после раздражения блуждающего нерва	Латентный период	Процент ускорения
10/VIII	8,46	4,50	16,00	2 м. 10 с.	+ 255,55
		1,28	12,0	2 " 25 "	+ 837,50
		0,1	9,0	" 0 "	+ 8900,0
		3,0	24,4	" 0 "	+ 713,33
		6,0	10,29	" 0 "	+ 71,51
23/VIII	7,99	3,68	6,0	1 " 45 "	+ 63,04
		2,4	10,29	—	+ 328,75
24/VIII	26,17	6,0	18,0	0 "	+ 200,0
		12,0	18,0	0 "	+ 50,0
		6,0	18,0	0 "	+ 200,0
		3,0	18,0	0 "	+ 500,0
		7,57	16,0	0 "	+ 111,36
31/VIII	15,0	4,5	12,0	0 "	+ 166,66
13/X	—	5,13	3,54	0 "	+ 8,0
		5,13	9,0	0 "	+ 75,45
21/X	22,15	18,0	18,0	—	+ 0,0
		6,0	12,0	—	+ 100
		9,0	12,0	30 "	+ 33,33
		9,0	7,2	—	+ 15,55
		5,13	7,2	—	+ 40,35
19/X	9,0	6,0	15,0	—	+ 150,0
		5,13	8,16	—	+ 59,06
20/X	20,52	3,99	6,0	—	+ 50,9
		0,00	20,52	—	+ —
		12,0	20,52	—	+ 71,0
		12,0	28,8	—	+ 140,0
22/X	28,8	12,0	18,0	0 "	+ 50,0
		18,0	20,52	0 "	+ 14,0
13/VII	18,0	6,0	7,2	0 "	+ 20,0
		0,97	1,85	0 "	+ 90,72
		1,85	4,00	2 " 30 "	+ 116,21
		1,56	6,0	0 "	+ 284,61
12/XI	9,0	9,0	18,0	0 "	+ 100,0
		9,0	18,0	0 "	+ 100,0
		12,0	20,52	0 "	+ 71,0

ТАБЛИЦА 4

Влияние раздражения симпатического нерва на работу мерцательного эпителия пищевода лягушки

Месяц и число	Работа по вскрыти	Работа до раздраж. симпат. нерва	Работа после раздраж. симпатического нерва	Латентный период	Процент ускорения	
1930 г. 8/VII	18,0	12,0 18,0 12,0 14,4 12,0	9,0 12,0 5,13 14,4 9,0	2 м. 25 с. 40 " 2 м. 0 " — 20 "	— 25,0 — 33,33 — 57,25 ± 0,0 — 25,0	Затем работа совсем прекращается и восстанавливается лишь через 30'
10/VII	7,2	7,2 7,2 6,0 24,0	4,0 5,13 3,6 12,0	0 с. 2 м. 15 " 15 " 15 "	— 44,44 — 28,75 — 40,0 — 50,0	
15/VII	18,0	9,0 9,0 6,0 12,0 9,0 12,0	2,77 1,56 3,27 2,77 4,00 4,0	0 " 0 " 0 " 0 " 0 " 1 м. 40 с.	— 69,22 — 82,66 — 45,50 — 76,92 — 55,55 — 66,66	
17/VII	24,0	18,0 12,0 12,0 18,0	9,0 7,2 4,5 2,57	25 " 1 м. 45 " 1 м. 25 " 15 "	— 50,00 — 40,0 — 62,50 — 85,72	
10/VIII	8,46	14,4 16,0 6,0	11,07 9,6 2,57	0 " 1 м. 0 " 0 "	— 23,12 — 40,0 — 57,16	
23/VIII	7,99	4,0	4,5	20 "	+ 12,50	
24/VIII	26,17	20,57 20,57 24,0 12,0	7,2 13,70 9,0 7,2	15 " 0 " 10 " 35 "	— 65,00 — 33,38 — 62,50 — 40,0	
28/VIII	16,0	18,0 6,0 12,0	6,0 5,14 5,14	2 м. 0 " 0 " 1 м. 35 "	— 66,6 — 14,33 — 57,17	
31/VIII	15,0	4,5 9,0 9,0 5,14 9,0	2,78 4,26 6,0 5,14 9,0	25 " 0 " 0 " — —	— 38,22 — 52,66 — 33,33 ± 0,0 0,0	
5/X	12,0	5,14	2,25	0 "	— 56,22	
6/X	7,2	7,2 9,0 3,0 6,0 3,99 0,0	3,99 6,0 3,27 3,99 3,99 9,99	1 м. 5 " 0 " 45 " 0 " — 20 "	— 44,45 — 33,33 + 9,0 — 33,33 ± 0,0 — 3,33	
13/X	12,0	12,0 9,0 6,0	7,2 4,5 3,99	0 " 40 " 0 "	— 40,0 — 50,0 — 33,33	
14/X	12,0	7,2 20,52 7,2 9,0 6,0	1,64 4,5 7,2 6,0 4,5	0 " 0 " — 0 " 10 "	— 77,22 — 78,07 0,0 — 33,33 — 25,0	
14/X	20,0	18,0 18,0	5,13 12,0	0 " 15 "	— 71,50 — 33,33	

Продолжение таблицы 4

Месяц и число	Работа по вскры- тию	Работа до раздраж. симпат. нерва	Работа после раз- драж. сим- патическо- го нерва	Латентный период	Процент ускорения
		12,0	12,0	—	± 0,0
		9,0	5,13	0 с.	— 43,0
		6,0	5,13	0 "	— 14,5
15/X	20,0	20,52	6,0	0 "	— 70,76
		12,0	6,0	0 "	— 50,0
		9,0	5,13	2 м. 20 с.	— 43,0
		12,0	9,0	0 "	— 25,0
		9,0	7,2	1 м.	— 15,55
		9,0	7,2	2 м.	— 15,55
17/X	36,0	12,0	9,0	1 м.	— 25,0
		12,0	9,0	10 "	— 25,0
		12,0	9,0	0 "	— 25,0
19/X	10,0	9,0	7,2	0 "	— 15,55
		12,0	8,6	0 "	— 28,33
11/XI	12,0	12,0	5,13	0 "	— 23,83
		12,0	7,2	0 "	— 15,55
		13,0	2,57	0 "	— 80,23
12/XI	9,0	9,0	1,09	0 "	— 87,88

На рис. 4 также очень ясно выражено отсутствие действия физиологического раствора после раздражения симпатического нерва. Подобное явление, без раздражения симпатического нерва обычно совершенно не наблюдается, и физиологический раствор неизменно, с необычайным постоянством, дает эффект ускорения. Таким образом на основании имеющихся в нашем распоряжении наблюдений мы должны сделать вывод, что раздражение симпатического нерва не только может уменьшить, но и совершенно уничтожить стойкое ускоряющее действие физиологического раствора. Раздражение же блуждающего нерва оказывалось способным снять задерживающее влияние симпатического нерва и возратить мерцательному эпителию его обычную способность быть возбудимым физиологическим раствором. Этот факт говорит за перевес центральных нервных влияний на мерцательный эпителий пищевода лягушки над местными. Считая факт замедляющего влияния симпатического нерва и ускоряющего влияния блуждающего на работу мерцательного эпителия совершенно ясным, мы поставили себе вопрос о том, в каком направлении эти нервные влияния изменяют движение мерцательных волосков, которыми собственно и совершается работа. При изменении работы мерцательного эпителия под влиянием блуждающего нерва в сторону ускорения, ускоряют ли также свои движения и волоски, или же изменяется сила их удара, или наконец изменяется соотношение между фазами движений волосков без изменения общего периода колебания? Наоборот, при раздражении симпатического нерва, имеем ли мы прямое уменьшение числа колебаний ресничек в единицу времени, или ослабление силы удара, или при отсутствии изменения того и другого, варьирует лишь соотношение между фазами колебаний в сторону усиления фазы разгибания?

Для выяснения этих вопросов нами был поставлен ряд опытов с наблюдением результатов раздражения блуждающего и симпатического нервов глазом с помощью бинокулярной лупы. Объектом наблюдения были волны мерцательного эпителия, за движением которых можно

было совершенно свободно следить на очистившейся от слизи мерцательной поверхности пищевода. При подобном способе наблюдений отметить изменения соотношений между фазами движений волосков, как и изменения силы их удара, естественно, было невозможно, но выступило совершенно отчетливо изменение скорости их движений. Так, при раздражении симпатического нерва частота возникновения и исчезания волн начинала заметно ослабевать и затем через некоторое время снова возвращалась к прежнему состоянию; при повторных же трех-четырех кратных раздражениях симпатического нерва, следующих через 2-3 мин. друг за другом, мы, как правило, получали полный покой мерцательного эпителия. Частички слизи, попадающие затем на такую неработающую поверхность мерцательного эпителия, иногда начинают медленно передвигаться, но реснички, как только кусочек слизи будет сброшен дальше, снова возвращаются в недейтельное состояние. Раздражение блуждающего нерва восстанавливало прежнюю деятельность ресничек. Результаты этого рода наблюдений даны в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Эффект влияния раздражения симпатического и блуждающего нервов при наблюдении глазом с помощью бинокулярной лупы

Месяц и число	Раздражение симпатического	Месяц и число	Раздражение блуждающего
1/II	Замедление	3/II	Ускорение
	"		"
30/I	Замедление		"
30/I	"	1/II	Ускорение
	Почти полная остановка		"
	Замедление неотчетливо		"
	"		"
19/I	Замедление		"
	Почти полная остановка		"
	Восстанов. период через 18'		Ускорение
	Замедление еще сильней		"
	Остановка		"
	Через 2ч. оживленная работа по всему пищеводу.		Эффект
9/I	Замедление	11/I	Ускорение
	"	3/II	Ускорение
	Полная остановка		
11/I	Замедление		Всего раздр. 21 сл.
	"		ускорен. 18 сл.
	"		без эф. 3 сл.
	"		
	Почти полная остановка		
7/I	Замедление		
	"		
	Остановка		

Всего раздр. — 24 сл., замедлен. — 23 сл., неотчетливо — 1 сл.

Таким образом нужно заметить, что непосредственные наблюдения, кроме установления, в каком направлении изменяется движение волосков при раздражении симпатического и блуждающего нервов, также полностью подтвердили данные графического метода.

Выводы

1. Раствор адреналина, приготовленный на физиологическом растворе, при действии на поверхность мерцательного эпителия пищевода лягушки обладает меньшей ускоряющей силой, нежели чистый физиологический раствор, что заставляет признать за адреналином некоторое задерживающее работу мерцательного эпителия влияние.

2. Раствор атропина, приготовленный на физиологическом растворе, при действии им на поверхность мерцательного эпителия пищевода лягушки оказывает более сильное задерживающее влияние, чем адреналин.

3. Изучение влияния раздражения симпатического и блуждающего нервов на работу мерцательного эпителия пищевода лягушки полностью подтвердили наблюдения Н. А. Рожанского, именно что раздражение симпатического нерва задерживает работу мерцательного эпителия, а блуждающего — ускоряет.

4. Физиологический раствор, являясь обычно очень сильным ускорителем работы мерцательного эпителия, после раздражения симпатического нерва частично или совсем теряет это свойство, что говорит за перевес центральных нервных влияний над местными.

5. После трех-четырехкратного раздражения симпатического нерва мерцательные волоски при наблюдении в лупу совершенно прекращают работу. Попадающие на поверхность пищевода кусочки слизи могут медленно передвигаться, но освобождающиеся от них реснички тотчас же снова прекращают работу.

6. При раздражении симпатического и блуждающего нервов характер движения волн изменяется в сторону замедления или ускорения их периодов.

7. Непосредственные наблюдения глазом за движением волн мерцательного эпителия при раздражении симпатического и блуждающего нервов полностью подтвердили данные графического метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Рожанский. Возбуждающие и тормозящие нервы мерцательного движения на пищеводе лягушки. Сборник, посвящ. 75-лет. акад. И. П. Павлова. 1924. Стр. 219.
2. Th. Engelmann. *Herman's Handbuch*, 1879, V. I, Pr. 1 S. 338—408. 3. O. Weiss. *Nagel's Handbuch*, 1909. V. IV, S. 666—690. 4. H. Merton. *Pflüger's Archiv*, 1923, V. 198, S. 1—28. 5. A. Pütter. *Ergebnisse d. Physiol.* 1909. V. II. Pr. 2, S. 1—102. 6. Плошко. По П. Полякову Основы гистологии, Стр. 302. 7. Н. Рожанский. К методике регистрации движения ресничек мерцательного эпителия у позвоночных. 1920. Труды физиол. лаборатории Донского университета. Вып. 2.

TO THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF NERVES ON THE
CILIARY MOVEMENTS

By A. P. Shmaguena

From the Physiological Laboratory of the North-Caucasian Medical Institute (Chief—
Prof. N. A. Rochanski)

The work has been carried out by the method of graphic registrations of the movement of a weight on the surface of the ciliated epithelium in the gullet of a frog.

An analysis of the influence of the n. vagus and the n. sympathicus of the ciliated epithelium is given in connection with the chemical action of atropine and adrenaline solutions.

The results of the experiment show the inhibitory action of these solutions, as well as that of the n. sympathicus and the accelerating influence of the n. vagus. The character of the ciliary currents is altered at the excitation of n. sympathicus in the sense of the slowing up of their periods, while at the excitation of the n. vagus these periods are accelerated.

ОДНОВРЕМЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ ВИТАМИНОВ В₁ и В₂

А. Ф. Арсеньев

Из физиологической лаборатории института птицепромышленности Наркомснаба СССР
(зав. — проф. А. С. Солун; консультант — акад. А. В. Леонтович)

Развитие учения о роли витаминов в физиологических отправлениях организма приводит к необходимости при проведении работ в этом направлении пользоваться уже не природными источниками витаминов, где всегда им сопутствует огромное количество различных веществ, а очищенными хорошо известными и длительно сохраняющимися препаратами витаминов.

Точно так же при изучении потребности различных видов животных в тех или иных витаминах является существенной необходимостью оперировать с возможно более индивидуальными, содержащими возможно меньшее количество посторонних примесей, препаратами витаминов.

Это приобретает особо важное значение в связи с развитием у нас в СССР промышленного животноводства, в частности — интенсивного птицеводства.

Заклучение птицы в клетку на все время ее жизни требует особо тщательного отношения к подбору кормов, способных обеспечить потребность ее организма не только в белках, жирах и углеводах, но также и в витаминах. Для этого необходимо как выяснение состава витаминного комплекса, обеспечивающего нормальную жизнедеятельность птицы, так и количественное определение содержания витаминов в кормах. Решение этой задачи возможно лишь при наличии витаминов в достаточно индивидуализированном, очищенном от посторонних веществ и хорошо сохраняющемся виде. Все сказанное прежде всего относится к витамину В.

Сложная природа этого витамина, наличие витаминов В₁ и В₂ в естественных продуктах в тех или иных соотношениях, а также параллельное течение авитаминозов, часто наблюдающееся в условиях промышленного животноводства, — заставляют искать возможно простых и действительных методов разделения, очищения и концентрации этих витаминов. Возможные простота и доступность являются решающими моментами при выборе процедур разделения витаминов В₁ и В₂.

Имеющиеся в настоящее время методы выделения витаминов В₁ и В₂ в чистом виде настолько сложны и дороги, что практическое использование получаемых препаратов представляется совершенно недоступным. Также нет и достаточно простых и удовлетворительных методов для одновременного получения препаратов витаминов В₁ и В₂. Целью настоящего исследования поэтому и явилось отыскание

метода, дающего возможность получать достаточно концентрированные, очищенные и отдельные препараты витаминов B_1 и B_2 .

Описанные в литературе методы очищения и разделения витаминов B_1 и B_2 можно разбить на три главных группы: методы первой группы базируются на различной устойчивости витаминов B_1 и B_2 по отношению к нагреванию. Так, ряд авторов (Emmet и Lugo, Sherman and Grose и др.) показал, что нагревание до 120° в автоклаве в нейтральной или кислой среде в течение 3—5 часов ведет к инаktivированию витамина B_1 . Витамин же B_2 при этом сохраняется. Но более детальное исследование, проведенное в этом направлении Chick и Roscoe выяснило, что пятичасовое нагревание при 120°C и $\text{pH}=5$ разрушает не только один витамин B_1 , но происходит доходящее до 50% разрушение витамина B_2 . Таким образом этот метод дает возможность удаления витамина B_1 из естественных источников витамина, но это сопровождается значительной потерей витамина B_2 , который кроме того остается в препарате неочищенным от сопровождающих его белков и других веществ; однако такое очищение в целом ряде случаев является существенно необходимым. Исследования Kline, Keenan, Elvehjem и Hott, касающиеся устойчивости по отношению к нагреванию в сухой атмосфере витаминов B_1 и B_2 , содержащихся в кормах, показали, что при нагревании в течение 144 часов при 100° происходит полная инаktivация витамина B_2 , витамин же B_1 сохраняется в количестве, удовлетворяющем потребности в нем выпяты. Эти наблюдения, внося ценное дополнение к данным об отношении витаминов B_1 и B_2 к нагреванию, все же, по изложенным выше причинам, не могут быть положены в основу метода разделения витаминов B_1 и B_2 .

Вторая группа методов разделения витаминов B_1 и B_2 базируется на свойстве различной растворимости этих витаминов в некоторых органических растворителях. Исходным среди них является метод, описанный Sherman и Sandels. Chick и Roscoe, базирующийся на различной растворимости витаминов B_1 и B_2 в этиловом спирте различной концентрации. Авторы, основываясь на более ранних указаниях Эймана, Функа, Петерса и др., нашли, что витамин B_2 растворяется лишь в спирту, концентрация которого не выше 83° , в то время как витамин B_1 хорошо растворяется и в абсолютном этиловом спирту. Поэтому при обработке уксусно-кислого экстракта или экстракта, полученного с 25% спиртом из дрожжей и сконцентрированного в вакууме до минимального объема, — абсолютным спиртом с таким расчетом, чтобы концентрация спирта была не ниже 90—92%, витамин B_1 переходит в раствор, а витамин B_2 выпадает с осадком. Этими же исследователями констатируется, что при этом происходит потеря обоих витаминов, достигающая 50%. Дальнейшие исследования Chick и Corring показали, что разрушение витамина B_2 при такой обработке экстракта зависит от концентрации спирта и кислотности среды. Невозможность получения указанным путем более концентрированных препаратов витаминов B_1 и B_2 , а также загрязнение их веществами, переходящими в водный экстракт из экстрагируемого материала и распределяющимися при этом лишь на две части, не дает возможности признать этот метод удовлетворительным для разделения и конденсации витаминов B_1 и B_2 . Smith пробовал применять для дифференцированной экстракции витамина B_1 и B_2 из дрожжей метиловый и этиловый алкогoли и ацетон, варьируя их концентрацию и количество соляной кислоты, но не получил удовлетворительных результатов.

К третьей группе методов разделения витаминов B_1 и B_2 относятся методы, основанные на избирательной адсорбции этих витаминов некоторыми грубыми коллоидами. Сюда относится метод, предложенный Peters'om и заключающийся в последовательном осаждении витамина B_2 из дрожжевого экстракта уксуснокислым свинцом, гидратом бария и сернокислой ртутью. Витамин B_2 , а также ряд других соединений, находящихся в первоначальном экстракте, адсорбируется указанными реактивами и далее может быть удален вместе с образующимся осадком. Витамин же B_1 остается в растворе. Последний, после удаления из него свинца и ртути сероводородом, концентрируется в вакууме. Из концентрата витамин B_1 адсорбируется углем, а затем удаляется из него спиртом. Этот метод дает возможность получения довольно концентрированных и значительно очищенных по сравнению с первоначальным экстрактом препаратов витамина B_1 без примесей витамина B_2 . Попытка Chick и Roscoe использовать этот метод для получения препаратов витамина B_2 не увенчалась успехом. Затруднительным моментом здесь оказалось удаление свинца из получающегося осадка после разложения его кислотой, так как в кислой среде сульфид свинца, благодаря присутствию примесей, перешедших из дрожжевого экстракта, главным образом белков, остается в коллоидальном состоянии.

При щелочной же реакции сульфид свинца удаляется легко, но при этом им адсорбируется значительная часть витамина B_2 .

Вторым методом, принадлежащим к этой группе, является метод, предложенный Seidell и принятый в основу всех методов выделения витамина B_1 в кристаллическом виде. В основе этого метода лежит открытая Seidell еще в 1916 г. способ-

ность витамина B_1 избирательно адсорбироваться так называемой „фуллеровской глиной“. Отсюда он может быть удален обработкой гидратом окиси бария или натрия, при $pH = 12 - 13$. Seidell удалось, постепенно совершенствуя этот метод, получить хорошо очищенный и высокоактивный препарат витамина B_1 , избегнув при этом потребления дорогих реактивов, как хлорное золото и хлорная платина. Сам препарат активированной глины, благодаря легкому способу получения значительному удалению сопутствующих в естественных источниках и вытяжках примесей, хорошей сохранности и легкому дозированию, представляет очень удобный и ценный препарат витамина B_1 . В виду этого он принят международной комиссией по стандартизации витаминов при Лиге Наций в качестве стандартного международного препарата витамина B_1 . Исследованиями Hauge и Gorricks было установлено, что „фуллеровская глина“ адсорбирует оба витамина, т. е. витамин B_1 и B_2 . Последний адсорбируется гораздо прочнее и его гораздо труднее удалить из нее.

Salmon, Guerrant and Haas, изучая условия адсорбции витаминов B_1 и B_2 „фуллеровской глиной“ в зависимости от pH среды, нашли, что оптимумы адсорбции этих витаминов различны, а именно: оптимум адсорбции витамина B_1 лежит при $pH = 4$, оптимум же адсорбции витамина B_2 при $pH = 0,08$. Но Seidell показал, что витамин B_2 адсорбируется хорошо „фуллеровской глиной“ при тех же условиях, как и витамин B_1 и что при удалении последнего с глины частично уходит и витамин B_2 . Исследование содержания витамина B_2 в международном стандартном препарате витамина B_1 , проведенное Chick и Jackson, показало, что указанный препарат, исходным материалом для получения которого служат рисовые отруби, практически лишен витамина B_2 , в то время как Suge нашел, что рисовые отруби богаты обоими витаминами B_1 и B_2 .

Таким образом условия адсорбции и элюции витамина B_2 остались неясными. Но все же использование способности витаминов B_1 и B_2 избирательно адсорбироваться глиной, при дальнейшей детализации условий адсорбции и элюции, сулило дать довольно простой и доступный метод отделения, концентрации и очищения этих витаминов.

Кроме того казалось необходимым выяснить при этом возможность замены так называемой „фуллеровской глины“ каким-нибудь из образцов глины, имеющихся у нас в СССР, что позволило бы иметь препараты витаминов B_1 и B_2 в достаточном количестве и вполне удовлетворительного качества, как для экспериментальных целей, так и для целей пищевой промышленности, где они могут найти себе широкое применение для приготовления обогащенных витаминами пищевых продуктов, которые должны сыграть важную роль в обеспечении правильного питания людей в целом ряде промышленных районов СССР.

Для этой цели нам был рекомендован Институтом нефти, куда мы обратились, образец закавказской белой глины, носящей название „асканит“, оказавшейся, по их данным, близкой по свойствам к „фуллеровской глине“.

Экспериментальная часть

Измельченные сухие пивные дрожжи обливались четверным по отношению к дрожжам количеством 25% этилового спирта, подкисленного уксусной кислотой до 0,1%. Смесь тщательно перемешивалась и оставлялась стоять в течение 24 часов, после чего прозрачный фильтрат сливался сифоном. Вновь добавлялось двойное количество подкисленного водного спирта и опять оставлялось отстаиваться в течение 24 часов. Прозрачный фильтрат опять сливался сифоном. Эта процедура повторялась 5-6 раз. Прозрачный экстракт, содержащий оба витамина B , выпаривался в вакууме до объема, при котором 1 г дрожжей соответствовал 2 см³ экстракта. Температура при этом не повышалась выше 35°C. После этого pH экстракта доводилась до нужной величины. Образующийся при этом осадок

удалялся. Прозрачный экстракт подвергали воздействию тонко измельченной и активированной кипячением с 25% серной кислотой глины „асканит“ из расчета 40 г на 1 кг дрожжей или, что то же, на 2 л экстракта. Исследование количественного содержания витамина В₁ велось на голубях, строго придерживаясь метода Kippersley и Peters'a. Исследование же препаратов на содержание витамина В₂ проводилось на крысах по методике, близкой к описанной Chick и Roscoe. Молодые белые крысы в возрасте 30 дней помещались в клетки с проволочным сетчатым дном и получали пищевую диету следующего состава:

кукурузный крахмал	74%
казеин очищенный	18%
солевая смесь Mc Collum'a № 185	4%
рыбий жир хорошего качества	2%
агар-агар	2%

Что вышеуказанная диета является полноценной во всех отношениях, за исключением комплекса витамина В, было подтверждено тем, что добавление дрожжей в количестве 2% давало нормальный рост крыс. Крысы, получающие авитаминозную диету в первые дни, продолжают расти, но к десятому-двенадцатому дню рост крыс останавливается, и дальнейшее кормление указанной диетой вызывает потерю веса. Как только наступал момент полной остановки веса, крысам вводилась через рот ежедневно та или иная доза препарата. Критерием служила еженедельная прибавка веса крыс в 10—14 г.

Первоначально была исследована адсорбция витаминов В₁ и В₂ глиной „асканит“ при различных значениях рН экстракта. 5 порций экстракта, полученных вышеуказанным путем, каждая 500 см³, были доведены прибавлением серной кислоты до рН—0,5; 2; 3; 4,5 и 5,2. рН определялась электрометрическим путем. К каждой порции вытяжки добавлялось по 10 г глины, и смесь энергично в течение 3 часов встряхивалась, затем глина отделялась центрифугированием, промывалась 3 раза подкисленной водой и высушивалась в вакууме при 30—35°С. Определение азота, проведенное по методу Кьельдаля, в этих образцах глины показало следующее:

Образцы	I	II	III	IV	V
рН	0,5	2,0	3,0	4,5	5,2
№%	3,29	3,43	3,40	3,18	2,78

Как видно из приведенных цифр, содержание азота мало колеблется в пределах до рН 4,5 и только при рН выше 5 резко падает. Цвет же полученных образцов глины был сильно различен: от почти белого при рН—5,2 и 4,5, постепенно усиливаясь, дошел до темно-коричневого при рН—0,5. Это повидимому может служить указанием на то, что с усилением кислотности среды усиливается адсорбция пигментирующих веществ, что конечно является нежелательным, так как свидетельствует о большей загрязненности этих препаратов.

Как видно из табл. 1, все образцы глины оказались активными, причем содержание в глине витамина В₁ было примерно одинаково.

во всех образцах независимо от реакции среды в пределах pH от 0,5 до 5,2; это повидимому является характерной особенностью глины, употребляемой нами.

ТАБЛИЦА 1

Содержание витамина B_1 на глине, в зависимости от реакции среды при адсорбции

Образцы глины и pH ее	Номера голубей	Введенные дозы в мг	Количество предохр. дней	Ежедневная доза в мг	Средняя ежедневная доза в мг
I pH 0,5	801	50	6	8,3	9,3
	13	50	5	10	
	260	50	5	10	
II pH 2,0	15	50	4	12,5	10,2
	20	50	6	8,3	
	30	50	6	10	
III pH 3,0	22	50	7	701	8,1
	26	50	5	10	
	18	50	6	8,3	
IV pH 4,5	24	50	6	8,3	8,8
	622	50	6	8,3	
	802	50	5	10,0	
V pH 5,2	766	50	6	8,3	8,1
	800	50	7	7,1	
	27	50	5	10,0	

После испытания препаратов на голубях было предпринято испытание их на крысах с целью выяснения содержания витамина B_2 . Каждый из образцов в то же время являлся источником витамина B_1 .

Для удобства введения препарата крысам из витаминизированной глины изготовлялась суспензия в растворе декстрина и в таком виде препарат вводился крысам через рот пипеткой в соответствующих количествах. Опытный период продолжался 3 недели (21 день). Результаты представлены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

Образцы глины и pH ее	Количество опытных крыс	Ежедневная доза в мг	Еженедельная прибавка веса в г
I pH 0,5	3	10	9,5
	3	20	15
II pH 2,0	3	10	9,0
	3	20	16,0
III pH 3,0	3	10	10,0
	3	20	16,5
IV pH 4,5	3	10	11,0
	3	20	16,0
V pH 5,2	3	10	7,0
	3	20	11,0

На основании этих данных можно заключить, что глина адсорбирует не только витамин B_1 , но и витамин B_2 . Причем и для адсорбции витамина B_2 реакция среды в пределах от 0,5 до 4,5 рН не имеет существенного значения и только при рН 5,2 адсорбция витамина B_2 несколько уменьшается. Дальнейшей задачей являлось разделение витаминов B_1 и B_2 , адсорбированных на глине. Как было указано выше, удаление витамина B_1 с „фуллеровской глины“ может быть достигнуто обработкой глины раствором гидрата окиси бария. Отношение же витамина B_2 к данному реактиву было неизвестно. Для выяснения этого момента было предпринято следующее: к 3 л экстракта, рН которого был доведен до 4,5 (так как в вышеизложенном опыте было найдено, что адсорбция при данной реакции среды дает наименее загрязненный препарат), было добавлено 60 г глины. Смесь энергично встряхивалась в течение 3 часов.

Отцентрифугированную и промытую глину разделили на 2 части. Одна часть в количестве одной трети была высушена без дальнейшей обработки, вторая часть в количестве двух третей была обработана 1,5% раствором гидрата окиси бария. Обработка гидратом окиси бария производилась следующим путем: влажная глина всыпалась в 1000 см³ раствора гидрата окиси бария и энергично и быстро, размешивалась в течение 5 мин., после чего быстро фильтровалась под давлением. Фильтрат собирался в бунзеновскую колбу, содержащую серную кислоту. Последняя бралась с таким расчетом, чтобы нейтрализовать весь гидрат окиси бария и поддерживать реакцию кислот. Осадок промывался 3—5 раз дистиллированной водой. Всего на эту операцию уходило 7-8 мин. Промытая глина подвергалась вторичной обработке 800 см³ полуторапроцентного гидрата окиси бария и после отделения от экстракта тщательно промывалась сначала водой, затем слабой соляной кислотой (0,02%) и высушивалась при t° — 30° С. К соединенным фильтратам, содержащим серную кислоту, добавлялся в несколько приемов избыток углекислого бария, так как присутствие серной кислоты является нежелательным при скормливании препаратов животным, потому что образующийся при нейтрализации Na_2SO_4 , может вызвать понос. Избыток углекислого бария и образовавшийся сернокислый барий отделялись после двенадцатичасового стояния центрифугированием. Соломенно-желтый экстракт подкислялся соляной кислотой до рН 4 и упаривался в вакууме до объема в 110 см³. При этом образуется небольшой мучнистый осадок, состоящий на 78% из органических веществ. Этот осадок удалялся, и прозрачный экстракт (экстракт № 2) подвергался исследованию на содержание витаминов B_1 и B_2 . Исследование экстракта на голубях показало, что одна голубиная единица содержится в 0,03 см³ экстракта (см. табл. 3). Таким образом всего в 100 см³ содержалось 3300 голубиных единиц. Исследованием же необработанной гидратом окиси бария глины было найдено (табл. 3), что одна голубиная единица содержится в 9-10 мг глины. Следовательно в подвергнутых обработке гидратом окиси бария 40 г заключалось 4000 г голубиных единиц. Таким образом потери, связанные с элюцией витамина B_1 с глиной невелики: они достигают около 700 голубиных единиц.

Казалось возможным предположить, что эта разница может произойти в результате неполной элюции витамина из глины. Для выяснения этого предположения мы прибегли к профилактическому опыту с голубями. Три голубя с десятого дня кормления их рисом получали ежедневно по 100 мг глины, обработанной гидратом окиси ба-

рия. Все три голубя показали характерные симптомы полиневрита до тридцатого дня опыта. Из этого ясно, что глина после обработки ее гидратом бария совершенно лишена витамина B_1 . После испытания экстракта, полученного на голубях, экстракт был проверен на крысах (табл. 4). Ежедневно каждой крысе давалось по $0,1 \text{ см}^3$, т. е. примерно по 3 голубиных единицы. При этом оказалось, что крысы, несмотря на то, что им не давалось препаратов витамина B_2 , дали прибавку веса. Это служит ясным доказательством частичной элюции витамина B_2 вместе с витамином B_1 .

ТАБЛИЦА 3

Препарат	Номер голубя	Введенная доза в мг	Число предохр. дней	Ежедневная доза в мг	Средняя ежедневная доза
Глина до обработки гидр. бария	7	100	10	10	10,7
	3	100	9	11	
	15	100	9	11	
	8	100	8	12,5	
	5	100	11	9	
Экстракт № 2		$0,3 \text{ см}^3$	10	0,03	0,03
	10	0,3	11	0,027	
	995	0,3	10	0,03	
	1000	0,3	9	0,033	
	11	0,3	10	0,03	
Экстракт № 3	799	0,15	10	0,015	0,017
	797	0,15	9	0,016	
	718	0,15	9	0,016	
	756	0,15		0,021	

ТАБЛИЦА 4

Название препарата	Количество опытных крыс	Ежедневная доза	Ежедневная прибавка веса
Глина до обработки гидрат. бария...	5	15 мг	12
Глина после обработки гидр. бария...	5	15 мг	0
Экстракт № 2	5	$0,1 \text{ см}^3$	8
„ № 3	3	$0,05 \text{ см}^3$	0
Экстракт № 3 + глина обработанная гидр. бария	3	$0,05 \text{ см}^3$	11
То же самое	3	+ 20 мг	
		$0,05 \text{ см}^3$	15
		+ 30 мг	

Для удаления витамина B_2 , находящегося в экстракте № 2 вместе с витамином B_1 , мы прибегли к обработке этого экстракта этиловым спиртом. Половина экстракта (55 см^3) была концентрирована в вакууме до 30 см^3 и медленно влита в 600 см^3 98% спирта. Концентрация спирта понизилась после этого до 92%. Образования осадка не наблюдалось и только после стояния в течение 24 часов выпал небольшой хлопьевидный осадок. Осадок был отцентрифугирован, и раствор выпарен в вакууме; при этом образовался довольно обильный белый осадок, анализ которого показал содержание в нем 91% неорганических солей. После удаления осадка экстракт был выпарен в

вакууме почти досуха. Получающийся осадок растворялся в 25 см³ воды, подкислялся и в таком виде (экстракт № 3) подвергался исследованию. Исследование содержания витамина В₁ показало (табл. 4), что обработка спиртом экстракта № 2 не влечет за собой потери витамина В₁, в то время как при обработке исходных экстрактов аналогичным путем происходит потеря этого витамина, доходящая до 50%. Это вероятно объясняется гораздо большей чистотой экстракта, обрабатывавшегося спиртом. Проверка экстракта № 3 на крысах показала (табл. 4) полное отсутствие в нем витамина В₂. Таким образом здесь мы имели довольно концентрированный, достаточно очищенный и свободный от витамина экстракт В₂ витамина В₁, что дало нам возможность произвести определение содержания витамина В₂ на глине, после обработки ее гидратом окиси бария. Крысы, получавшие ежедневно 0,05 см³ экстракта № 3 и 20 мг этой глины, росли нормально. Это свидетельствует о том, что при элюции витамина В₁ уходит только часть витамина В₂. Значительная же часть, более двух третей витамина В₂, остается в адсорбированном виде. Таким образом указанная глина может являться вполне удовлетворительным препаратом витамина В₂, содержащим одну крысиную единицу витамина В₂ в 20 мг.

Выводы

1. Фуллеровская глина, применяющаяся для адсорбции витамина В₁ из водных экстрактов дрожжей, может быть вполне заменена для этой цели закавказской белой глиной „асканит“.

2. Глина „асканит“ адсорбирует из водного экстракта пивных дрожжей при pH—4,5, как витамин В₁, так и витамин В₂.

3. Изменение реакции среды при адсорбции в сторону ее подкисления от pH 4,5 до pH 0,5 не влияет на адсорбцию витаминов В₁ и В₂, но при этом усиливается адсорбция пигментированных, не содержащих азота, веществ.

4. Обработка витаминизированной глины „асканит“ 1,5% раствором гидрата окиси бария переводит весь находящийся на глине витамин В₁ и только часть витамина В₂ в раствор. Отделенная от раствора, хорошо промытая высушенная глина при ежедневной дозе в 15—20 мг удовлетворяет потребность в витамине В₂ молодых крыс, получающих синтетическую диету, лишенную витамина В₂.

5. Водный раствор витамина В₁, содержащий небольшое количество витамина В₂, обработкой 92% этиловым спиртом, освобождается от примеси витамина В₂. После концентрации его в вакууме и удаления спирта он может служить в качестве препарата витамина В₁, свободного от примесей витамина В₂.

Поступило в редакцию
5 апреля 1934 г

ЛИТЕРАТУРА

- Emmet and Luros. Journ. Biol. Chem. 1920. 43. 265. Sherman and Grose. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 1923. 23. 504. Chick and Roscoe. Biochem. Journ. 1929. 23. 504. Kline, Keenan, Elvehjem and Hort. Journ. Biolog. Chem. 1932. 99. 295. Sherman and Sandels. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 1929. 26. 536. Chick and Copping. Biochem. Journ. 1930. 24. 1744. Smith. H. Journ. Biolog. Chem. 1933. 100. 225. Peters. Biochem. Journ. 1924. 18. 858. Seidell. Journ. Amer. Chem. Soc. 1931. 53. 2281. Hauge and Garrick. Journ. Biolog. Chem. Salmon, Guerrant and Hays. Journ. Biolog. Chem. 1928. 80. 92. Chick and Jackson. Biochem. Journ. 1932. 26. 1223. Sure. B. Journ. Americ. Medical Association. 1932. 99. 26. Kinnersley and Peters. Biochem. Journ. 1928. 22. 276. Chick and Roscoe. Biochem. Journ. 1929. 23. 439.

DIE GLEICHZEITIGE GEWINNUNG ISOLIERTER PRÄPARATE VITAMIN
B₁ UND B₂

Von A. F. Arsenjev

Aus dem Laboratorium des Physiolog. Instituts der Vögelindustrie des Volkskommisariats für Versorgung der U. S. S. R. (Vorstand.—Prof. A. S. Solun, Konsultant—Akad. A. W. Leontowitsch).

1. Die Fullererde, welche zur Adsorbierung von Vit. B₁ aus Wasserextrakten von Hefe verwendet wird, kann völlig ersetzt werden durch den transkaukasischen weissen Lehm „Askanit“.

2. Der Lehm Askanit adsorbiert aus einem Wasserextrakt von Bierhefe bei pH=4,5 sowohl das Vit. B₁, als auch das Vit. B₂.

3. Die Veränderung der Reaktion bei der Adsorbierung im Sinne der Versäuresteigerung von pH=4,5 bis pH=0,5 wirkt nicht auf die Adsorbierung des vit. B₁ und B₂, aber verstärkt die Adsorbierung der pigmentierten stickstofffreien Substanzen.

4. Die Bearbeitung des vitaminisierten Lehms „Askanit“ mit 1,5%—tiger Lösung von Bariumoxydhydrat überführt das ganze in Lehm enthaltende Vit. B₁ in Lösung, aber nur einen Teil des B₂. Der aus der Lösung ausgeschiedene gut durchgewaschene getrocknete Lehm deckt bei einer täglichen Gabe von 15—20 mlgr. das Bedürfnis von jungen Ratten an Vit. B₂, wenn sie eine Vit. B₂ freie synthetische Diät erhalten.

5. Die Wasserlösung von Vitamin B₁, welche eine gewisse Menge von Vitamin B₂ enthält, wird durch Bearbeitung mit 92% Aethylalkohol von der Beimengung von Vit. B₂ befreit. Nach der Konzentration im Vakuum mit Entfernung des Alkohols kann das von Beimengungen von Vit. B₂ befreite Präparat von Vit. B₁ dienen.

ГИПОВИТАМИНОЗ В₂ У ЦЫПЛЯТ

А. Ф. Арсеньев и А. С. Солун

Из лаборатории физиологии института птицепромышленности Наркомснаба СССР
(зав. — проф. А. С. Солун, консультант — акад. А. В. Леонтович)

В 1930/31 г. нам пришлось наблюдать весьма своеобразное заболевание ног у цыплят, воспитывавшихся в батарейном брудере. В одном из опытов (Патрик), где было под опытом более 300 цыплят двадцатитрех- и тридцатипятидневного возраста, до 50% цыплят потеряли способность нормально стоять и передвигаться, вследствие паралича пальцев одной или обеих ног. Внешне это выражалось тем, что пальцы были сведены вместе и симметрично направлены внутрь. Заболевшие цыплята при передвижении опирались на скакательный сустав и кости плюсны. Аппетит при этом не снижался.

Причина заболевания была совершенно непонятна. Рацион, казалось, содержал все необходимые компоненты для нормального развития организма. Предположение, что причиной заболевания явилась какая-то инфекция, не оправдалось, так как все исследования, проведенные Ветеринарно-бактериологической лабораторией института под руководством проф. Макаревского, дали отрицательные результаты.

Тогда, по предложению академика А. В. Леонтовича, стали все же искать причину этого заболевания в рационе. Для этого был сделан целый ряд изменений в составе рациона, как в направлении исключения отдельных составных частей (мясокостная и рыбная мука), так и в направлении увеличения содержания витаминов В и Д. При этом было найдено, что введение в рацион 3% сухих пивных дрожжей оказывало благоприятное терапевтическое действие.

В группах, где были включены дрожжи, новых случаев заболевания не наблюдалось, и значительная часть ранее заболевших цыплят быстро поправилась. Выздоровевшие цыплята ничем не отличались от здоровых. Увеличение же содержания в рационе рыбьего жира, облучение цыплят и другие изменения не дали положительного эффекта.

На основании этого казалось возможным предположить, что заболевание связано с недостатком одного из витаминов комплекса В, присутствующего в дрожжах.

Однако наряду с этим предположением, с той же степенью вероятности, можно было сделать и другое предположение, именно, что благоприятное влияние дрожжей связано также и с белковыми веществами, органическими соединениями фосфора или какими-либо другими компонентами, содержащимися в дрожжах.

Поэтому дальнейшее изучение причин, влияющих на развитие этого заболевания, представлялось весьма интересным, как с практической, так и с теоретической точек зрения.

С этим заболеванием ног у цыплят встретились также и другие исследователи, занимавшиеся изучением батареинового выращивания цыплят, Norris, Heuser и Wilgus на основании своих опытов пришли к заключению, что в дрожжах, молоке и люцерновом сене содержится какой-то неизвестный витамин, способный предохранять цыплят от данного заболевания.

Это заболевание было ими названо параличом ног на почве питания (Nutritional paralysis). Основанием для такого заключения им послужил тот факт, что заболевание наблюдалось независимо от того, входил ли в рацион в качестве источника животного протеина казеин, мясная мука или рыбная мука, и наряду с этим заболевание не наблюдалось в случае введения в рацион витаминного концентрата из молока, содержащего незначительное количество азотистых продуктов, и следовательно благоприятное действие этого концентрата могло быть отнесено только за счет витаминов, находящихся в нем. То, что заболевание параличом ног было резко отлично от всех описанных до того авитаминозов, позволило им считать это заболевание проявлением отсутствия в рационе какого-то неизвестного еще витамина.

Дальнейшие исследования тех же авторов, а также исследования Betke, Record и Kennard дали аналогичные результаты и, кроме того, выявили ряд новых моментов. Оказалось, что фактор, предохраняющий цыплят от паралича ног, является термоустойчивым, так как выдерживает нагревание в автоклаве при температуре 120° С в течение 5—5 часов. Затем было показано, что только некоторые сорта рыбной и мясной муки вызывают это заболевание. Причиной такого влияния рыбной и мясной муки указанные авторы считают различное содержание в них фактора, предохраняющего от паралича. Но отдельные сорта рыбной и мясной муки обычно весьма резко отличаются и по содержанию минеральных и белковых веществ в зависимости от сырья и способа приготовления. А так как указанными авторами не доказана идентичность состава кормов по этим компонентам, то нельзя считать, что специфичность влияния этих кормов может зависеть только от присутствия или отсутствия в них нового витамина.

Вышеприведенные данные обнаруживают крайне недостаточную разработку этого интересного вопроса, позволяющую констатировать только нижеследующее:

- 1) благоприятное терапевтическое и профилактическое действие дрожжей, молочных продуктов и люцернового сена зависит повидимому от одного из присутствующих в них витаминов В; однако это действие не связано с витамином В₁ (антиневритным), так как и автоклавированные дрожжи сохраняют способность предохранять цыплят от заболевания параличом ног;

- 2) роль остальных витаминов, входящих в комплекс витамина В, остается еще невыясненной;

- 3) неясна также причина специфического влияния различных сортов мясной и рыбной муки.

Поэтому целью настоящего исследования и явилось: а) изучение причин специфического действия различных сортов рыбной муки на развитие паралича ног у цыплят; б) выявление действия витамина В₂ на развитие паралича ног у цыплят при применении достаточно очищенного и изолированного препарата этого витамина; в) выявление роли других витаминов, входящих в комплекс витамина В.

Для изучения указанных вопросов были поставлены опыты в двух сериях, результаты которых приводятся ниже.

Для опытов были взяты цыплята-метисы, — Леггорн-Род-Айланд, выведенные в инкубатории института. Цыплята помещались в батарею „Спартак“ по 40 штук в клетку. До пятого дня цыплята содержались на одинаковом рационе (овсяная мука плюс 2% угля), после чего производилось индивидуальное взвешивание и рассаживание по группам (30 штук). Цыплята с низким весом и слабые забраковывались. С этого же времени каждой группе назначался свой особый рацион. До двадцать пятого дня цыплята содержались в клетках верхнего яруса, а с двадцать шестого дня каждая группа делилась на две подгруппы и цыплята помещались в клетки второго яруса батареи, где они оставались до конца опыта (40 дней).

Во время опытов учитывались потребление корма, привес по пятидневным периодам, а также велось тщательное наблюдение за общим состоянием здоровья цыплят.

Первая серия опытов

В первой серии опытов было сформировано 6 групп. Сравнивалось влияние на развитие заболевания ног рыбной муки, золы рыбной муки, экстрагированного и технического казеина.

Группа I получала основной рацион и 12⁰/₀ технического казеина; группа II — основной рацион и 12⁰/₀ казеина, экстрагированного в течение 10 дней 0,1⁰/₀ уксусной кислотой и высушенного затем при 60° С; группа III — основной рацион и 20⁰/₀ рыбной муки; группа IV — основной рацион и 25⁰/₀ рыбной муки; группа V — основной рацион и 20⁰/₀ рыбной муки и золу рыбной муки в количестве, соответствующем содержанию золы в 5⁰/₀ рыбной муки (1,85⁰/₀ к рациону); группа VI — рацион группы I, но ячменная мука была заменена полностью пшеницей грубого размола.

ТАБЛИЦА 1

Состав рационов в опыте № 1 (в процентах)

Составные части рациона	Г р у п п ы					
	I	II	III	IV	V	VI
Пшеница грубого помола . . .	25	25	25	25	25	53,5
Просяная мука	30	30	30	30	30	30
Ячменная мука	28,5	28,5	23,5	18,5	21,5	—
Казеин технический (кислотн.)	12	—	—	—	—	12
Казеин экстрагированный . . .	—	12	—	—	—	—
Рыбная мука	—	—	20	25	20	—
Рыбий жир	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Костяная мука	2	2	—	—	—	2
Поваренная соль	1	1	—	—	—	1
Зола рыбной муки	—	—	—	—	1,85	—
Процент Са в рационе ¹	—	—	2,22	2,21	2,76	—
Процент Р в рационе ¹	—	—	0,79	0,91	0,85	—
СаР	—	—	2,80	2,40	3,09	—

Наблюдения. В первые 10 дней опыта не замечалось какой-либо значительной разницы в состоянии цыплят по различным группам, но затем группы II, VI и I стали отставать как в росте, так и в потреблении корма. На девятнадцатый-двадцатый день в группе II заболело параличом ног 3 цыпленка. На двадцать второй-двадцать четвертый день в группе VI также заболело параличом ног 3 цыпленка. К этому времени цыплята групп II и V росли плохо и производили впечатление не 23-24-дневных, а 13-15-дневных цыплят. Группа I была лучше группы II и VI, но все же несколько отставала от групп с рыбной мукой. В группе I на двадцать четвертый день опыта 2 цыпленка заболели параличом ног и с двадцать четвертого до тридцатого дня в этой же группе заболело еще 5 цыплят. Клиническая картина заболевания представляется в следующем виде: заболеванию подвергаются цыплята в возрасте от 19 до 35 дней, причем за 1—2 дня до этого одни цыплята начинают чаще обычного садиться на ноги, а другие при передвижении по сетке спотыкаются, вследствие временного сведения пальцев. В некоторых случаях заболевание на этом и прекращается.

¹ Расчет на первонач. веш.

Но чаще болезнь прогрессирует, пальцы одной ноги или обеих ног сводятся вместе, обращаются внутрь и уже более не разгибаются, вследствие чего цыплята теряют способность нормально стоять и передвигаться, а стоят и передвигаются на пяточных суставах (рис. 1 и 2).

У некоторых цыплят состояние, иллюстрируемое рис. 1 и 2, остается без изменения в течение 10—15 и более дней. При этом часто пяточный сустав воспаляется, распухает, а иногда и смещается вследствие того, что цыпленок при передвижении опирается на него. В этом состоянии заболевание имеет сходство с начальными стадиями заболевания увеличенным или „скользящим суставом“, описанным Titus, Hunter, Funk и др. Причина этого заболевания, по данным этих авторов, заключается в избыточном содержании в рационе минеральных элементов (легко усвояемых солей Са и Р). Часть же цыплят через некоторое время выздоравливает и после этого ничем не отличается от здоровых. Выздоровление наступает совершенно неожиданно, и иногда цыпленок, накануне имевший сведенные пальцы и передвигавшийся с трудом на пяточных суставах, на другой день ходит уже почти нормально, и изредка только пальцы ног сводятся на очень короткий промежуток времени. Однако у некоторых цыплят, начинающих поправляться и



Рис. 1.

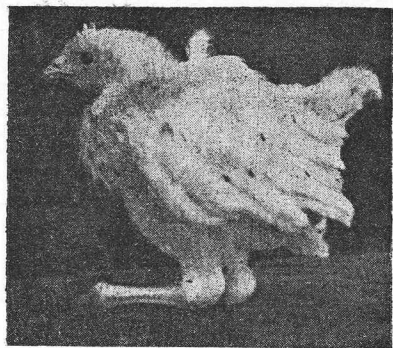


Рис. 2.

уже ступающих на развернутые пальцы, замечается ослабление или расширение околосуставной сумки, и нога в пяточном суставе прогибается вперед, образуя сзади острый угол. Такие цыплята в дальнейшем или совсем поправляются, или происходит вывих и смещение сухожилий. Как видно из приведенного описания течения болезни, наиболее характерным состоянием нужно считать поражение пальцев ног (рис. 1 и 2).

При дальнейшем развитии болезни часть цыплят еще больше теряет контроль над мышцами ног, причем ноги их разъезжаются в стороны, и цыплята

лежат на грудной кости, а при попытках передвижения часто происходит вывих суставов (рис. 3).

Наблюдающиеся при этом заболевании поражения суставов являются вторичными явлениями в отличие от так называемого „увеличенного сустава“, когда заболевание начинается в скакательном суставе. В группах III, IV и V заболеваний параличом ног не наблюдалось, но уже на двадцать восьмой день опыта цыплята большую часть времени сидели без движения и у значительной части особей была замечена некоторая припухлость пяточного сустава, причем кожа на этом суставе

имела синеватый оттенок, а проходящие здесь вены оказались расширенными и были хорошо видны. С этого момента заболевание быстро прогрессирует, характеризуясь сильной припухлостью сустава, их воспалением и увеличением в размере. Параллельно с этим происходило искривление костей плюсны, и ноги вывертывались в стороны. Пяточный сустав, а также и сухожилие смещались (рис. 4 и 5).



Рис. 3.

У некоторых цыплят сустав настолько сильно увеличивался, что становился плоским (рис. 5). Как правило, заболевание быстрее прогрессировало у хорошо растущих цыплят. Оперение у цыплят в группах III, IV и V было значительно хуже, чем это бывает нормально. Во всех трех группах процент заболевания цыплят был очень вы-

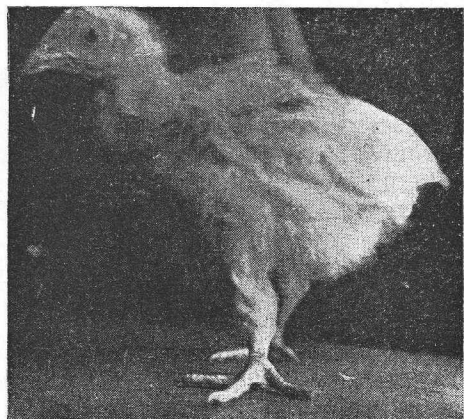


Рис. 4.

сок. Так, к тридцать пятому дню в группе III заболело 79%, в группе IV — 75% и в группе V — 85%. К концу же опыта все цыплята в этих группах в той или иной степени были поражены заболеванием суставов.

Как видно из приведенных фотографий, а также и описания заболевания, клиническая картина его совершенно отлична от описанного выше паралича ног. Симптомы заболевания, которые мы наблюдали в группах III, IV и V, совпадали с симптомами заболевания, носящего название „скользящий или увеличенный сустав“ и описанного Titus, Hunter, Funk, Milton, Robinson и др.

Как упоминалось выше, причиной, вызывающей это заболевание, является чрезмерное содержание Са и Р в рационе.

Как видно из данных табл. I, содержание Са и Р, в особенности Са, в рационах группы III, IV и V было довольно высоким. Анализ рыбной муки, применявшейся в опыте, показал высокий процент сырой золы (37) и довольно низкое содержание протеина (32%). Этим и объясняется повышенное содержание Са и Р в рационах групп III, IV и V.

Таким образом заболевание параличом ног, идентичным с описанным Norris и сотрудниками, наблюдалось в группах, получавших: 1) технический казеин, 2) очищенный казеин и 3) технический казеин и 53% пшеницы грубого помола, причем наибольшее число случаев заболевания было в группе I, в группах же II и VI их было в два раза меньше и проявлялись они раньше. Как видно из табл. 2, рост цыплят в группах II и VI был гораздо хуже, чем в группе I. Это может свидетельствовать о том, что при экстракции казеина слабой уксусной кислотой удаляются последние следы водорастворимого фактора роста или витамина В₂. Замена же в основном рационе ячменной муки пшеницей также понижает общее содержание витамина В₂ в рационе. Исследования Munsel, проведенные на крысах, показали, что пшеница достаточно богата витамином В₁ (антиневритным) и очень бедна витамином В₂.

На основании этого возможно заключить, что сильное понижение роста тормозит проявление паралича ног у цыплят.

Как видно из приведенных цифр падежа цыплят по группам, наибольшее число приходится на группы II и VI. При вскрытии павших цыплят констатировано сильное истощение, без каких-либо особых патолого-анатомических изменений.

Сильное истощение повидимому явилось результатом далеко зашедшего авитаминоза. Цыплята в группах II и VI с восемнадцатого — двадцатого дня как бы остановились в развитии и к сороковому дню производили впечатление в лучшем случае двадцатидневных цыплят.

Данные групп, получавших рацион, в состав которого входило 20—25% рыбной муки, со значительным содержанием золы, указывают

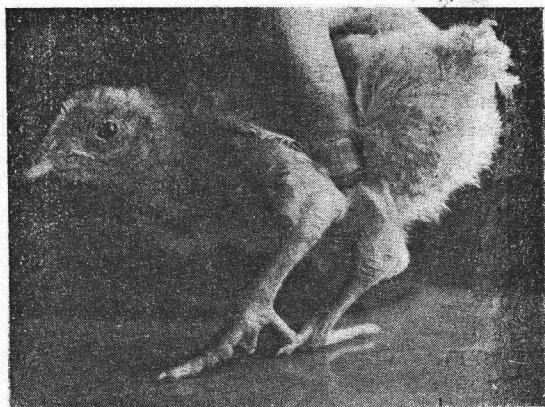


Рис. 5.

ТАБЛИЦА 2

Средний вес цыплят в граммах по пентадам

Опыт № 1

Группы	П е н т а д ы								Число заболевших цыплят
	1	2	3	4	5	6	7	8	
I	41	45	52	67	85,4	105,1	124,5	163,7	7 (паралич)
II	41,3	45,3	50,6	59,3	62,5	86,0	98	116	3 (паралич)
III	42	44,0	56,0	71	92	124	160	225	Все цыплята заболели „скользящим суставом“
IV	41,5	44,5	53,0	72,3	94,4	128	159	205	То же
V	42,0	44,5	56,0	71,3	95,0	130	158	201,4	„ „
VI	41	45	49,5	58	63	84	96	112	3 (паралич)

ТАБЛИЦА 3

Падеж цыплят по пентадам

Опыт № 1

Группы	П е н т а д ы							Всего
	2	3	4	5	6	7	8	
I	0	0	2	1	—	1	2	6
II	0	0	2	1	—	7	5	16
III	0	0	0	2	1	—	—	3
IV	0	0	1	0	1	1	1	4
V	0	0	2	0	—	—	—	2
VI	0	0	0	3	3	5	2	13

на то, что избыток минеральных веществ в кормах способствует развитию увеличенного сустава.

Отсутствие заболеваний цыплят в этих группах параличом ног может свидетельствовать лишь о том, что это произошло или в результате низкого содержания протеина в употребляемой рыбной муке, или благодаря достаточному содержанию в ней фактора, предохраняющего от паралича. В связи с этим для второй серии опытов нами был взят образец рыбной муки, содержащий значительно больше протеина (62%) и меньше золы (19,75%).

Кроме того во второй серии подверглось исследованию влияние различных фракций витамина В на развитие паралича по нижеприведенной схеме.

Вторая серия опытов

Для выяснения влияния различных количеств протеина на развитие паралича ног были сформированы следующие три группы.

Первая группа получала основной рацион (табл. 4) и 10% рыбной муки, богатой протеином, что по содержанию протеина соответствовало группе III опыта № 1; вторая группа получала основной рацион и 15% рыбной муки; третья группа получала основной рацион и 20% рыбной муки.

Выяснению значения отдельных фракций витамина В служили группы IV, V, VI и VII. Четвертая группа получала рацион группы III, к которому был добавлен препарат витаминизированной глины, „асканит“, в количестве 0,2%, содержащей витамин В₁ и витамин В₂.

Группа V получала рацион группы III, к которому была добавлена витаминизированная глина в количестве 0,3%, после обработки ее гидратом окиси бария, т. е. лишенная витамина В₁ и содержащая витамин В₂. Подробности приготовления указанных препаратов приведены в предыдущем сообщении одного из нас в этом же номере журнала.

Группа VI получала рацион группы III и 3% автоклавированных сухих пивных дрожжей. Дрожжи нагревались в автоклаве в течение 3 часов при t° 120° С.

Группа VII получала рацион группы III и 3% дрожжей, прогретых в автоклаве при 120° С при pH 9,0—9,5 в течение 3 часов.

Восьмая группа получала основной рацион и 12% экстрактированного казеина. Эта группа была введена в опыт № 2 с целью проверки результатов, полученных в группе II опыта № 1.

Как видно из приведенных данных (табл. 5), случаев заболевания параличом ног не наблюдалось в группе I, получавшей 10% рыбной муки (что соответствовало по количеству протеина 20% рыбной муки в опыте № 1), и был только один случай заболевания на тридцать третий день в группе II с 15 % рыбной муки. В группе III, получавшей 20% рыбной муки, было 7 случаев заболевания или 23,3%.

Следовательно заболевание связано с количеством животного протеина, введенного в рацион цыплят. Несколько пониженный рост цыплят в группах I и II, по сравнению с группой III, не может конечно служить причиной отсутствия заболеваний в этих группах, так как это происходит только в случаях уже исключительно низкой интенсивности роста, как например было в группе II опыта № 1 и в группе VIII этого опыта (где все же наблюдались случаи заболевания цыплят параличом ног).

ТАБЛИЦА 4

Состав рационов в опыте № 2 (в процентах)

Составные части рациона	Г р у п п ы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Пшеница грубого помола	25	25	25	25	25	25	25	25
Просяная мука	30	30	30	30	30	30	30	30
Овсяная мука (без оболочки)	33,5	28,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	28,5
Рыбная мука	10	15	20	20	20	20	20	—
Казеин экстракт.	—	—	—	—	—	—	—	12
Рыбий жир	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Поваренная соль	—	—	—	—	—	—	—	1
Костяная мука	—	—	—	—	—	—	—	2
Дрожжи автоклавированные при рН = 4,5 - 5,0 ¹	—	—	—	—	—	3	—	—
Дрожжи автоклавированные при рН = 9,0 - 9,5 ¹	—	—	—	—	—	—	7	—
Препарат витамина В ₁ + В ₂ ¹	—	—	—	0,3	—	—	—	—
Препарат витамина В ₂ ¹	—	—	—	—	0,3	—	—	—
Общее содержание протеина в процентах	15,40	17,37	19,85	20,10	20,00	20,00	20,00	19,86

ТАБЛИЦА 5

Вес цыплят в граммах по пентадам

Группы	П е н т а д ы								Колич. заболевш. паралич. ног
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
I	40,3	53,2	74,6	87,2	118	140,5	172	204	0 —
II	40,2	54,3	76,0	94,3	126	166,0	195	244	1 (3,3%)
III	40,0	55,0	73,4	100	140,9	172,0	210	251	7 (23,3%)
IV	40,0	55,8	79,6	108	158,2	196,0	258	302	0 —
V	40,3	57,0	79,3	109	158,0	203	251	301	0 —
VI	40,1	56,6	80,3	107	158	203	252	300	0 —
VII	40,2	56,5	79,6	107,5	150,0	180	232	271	9 (30%)
VIII	40,3	54,0	70,3	80,0	91,4	170	122	135	3 (10%)

На основании этого становится понятной причина колебания количества случаев заболеваний при различных сортах рыбной муки: ведь обычно содержание протеина в разных сортах рыбной муки колеблется от 28—30% до 68—70%.

Заболевание отсутствовало также в группах, получавших 20% рыбной муки с добавлением: 1) 0,2% витаминизированной глины,

¹ Дрожжи и препараты витаминов давались с десятого дня опыта до конца его.

содержащей витамины B_1 и B_2 ; 2) 0,3 витаминизированной глины, содержащей витамины B_2 , без витамина B_1 и 3) в группе, получавшей 3% дрожжей, прогретых в автоклаве при $pH=4,0-5,0$. Это служит доказательством того, что эти добавления содержат фактор, предохраняющий цыплят от заболевания параличом ног.

Заболевание же цыплят параличом ног в группе VII, получавшей дрожжи, автоклавированные при $t^\circ 120^\circ$ в течение 3 часов при $pH=9,0-9,5$, показывает, что этот фактор при данных условиях обработки дрожжей разрушается.

Средний вес цыплят в группах III, IV, V и VI показывает, что введение в рацион витаминизированной глины и дрожжей автоклавированных при $pH=4,5-5,0$ не только предохраняет цыплят от заболевания параличом ног, но и способствует лучшему росту. Средний вес цыплят в группах IV, V и VI был выше такового же в группе III на 20%, причем вес цыплят в группах IV и V был одинаков. Это свидетельствует о том, что потребность цыплят в витамине B_1 вполне была удовлетворена витамином B_1 , находящимся в зерновой части рациона.

Итак, фактор, предохраняющий от паралича ног, является термоустойчивым в кислой и нейтральной среде, разрушается при нагревании при $120^\circ C$ в щелочной среде ($pH=9,0-9,5$), адсорбируется глиной и не удаляется из нее при двукратной обработке раствором гидрата окиси бария и практически отсутствует в пшенице. Все это заставляет идентифицировать его с витамином B_2 — термоустойчивым, водорастворимым фактором роста. Следовательно развитие описанного паралича у цыплят зависит от недостатка в рационе витамина B_2 , потребность в котором особенно обостряется с возрастанием количества белка в рационе.

В последнее время рядом исследователей было указано, что комплекс витамина B содержит в своем составе более чем два витамина. Поэтому существенно необходимо выяснить участие других факторов этого комплекса в развитии данного заболевания.

Еще в 1928 г. Williams и Waterman показали, что для нормального роста и развития голубей необходим кроме витамина B_1 и B_2 еще третий фактор, названный витамином B_3 . Этот фактор оказался более термолабильным, чем витамин B_1 , что подтверждено работами Eddy, Gurin и Keresetri. Возможность предохранения цыплят от заболевания параличом ног введением в рацион автоклавированных дрожжей в количестве 3% исключает предположение об авитаминозе B_3 как факторе, влияющем на развитие этого заболевания.

Reader показала, что для нормального роста и развития крыс, кроме витаминов B_1 и B_2 , необходим третий фактор B, который был впоследствии назван витамином B_4 . Но этот фактор оказался более устойчивым по отношению к нагреванию и щелочам, чем витамин B_3 и следовательно является отличным от него.

Goward, Key и Morgan выделили из зародышей пшеничного зерна новый фактор группы B, необходимый для нормального роста крыс, который, по данным Williams и Leuris, Halliday, является идентичным с витамином B_4 .

Отрицательный результат, полученный нами при введении в рацион 53% пшеницы, а также данные Betke, Record и Kennard, полученные ими при введении 20% второсортной пшеницы, богатой зародышами, или 10% ростков пшеницы, свидетельствует о том, что витамин B_4 не является фактором, недостаток которого мог бы вызвать

заболевание цыплят параличом ног. Chick и Cooring считают, что новый фактор в комплексе витамина В является более устойчивым по отношению к нагреванию и щелочам, чем витамин B_2 . По их данным, он выдерживает нагревание в автоклаве в течение 5 часов при $pH=10,0$, содержится в значительных количествах в дрожжах, зеленых листьях и только в незначительных количествах в яичном белке.

Отрицательный эффект, полученный нами при введении в рацион 3% дрожжей, автоклавированных в течение трех часов при $pH=9,0-9,5$, исключает возможность участия и этого фактора в происхождении заболевания параличом ног у цыплят. Из всего вышеприведенного вытекает, что фактор, предохраняющий цыплят от заболевания параличом ног, является идентичным по своим свойствам только своднорастворимым термостабильным фактором роста или витамином B_2 .

Поскольку у цыплят, заболевающих параличом ног, рост все же имеет место, можно полагать, что данное заболевание есть результат не полного отсутствия витамина B_2 , а его недостатка — иначе гиповитаминоз B_2 .

Но витамин B_2 на основании исследования Гольдбергера, Chick и Roscoe, Sherman и Derbingy и др. считается также и антипеллагрическим витамином; отсюда возникает вопрос: не является ли паралич ног у цыплят первой стадией заболевания пеллагрой?

Данные, полученные нами при дальнейшем уменьшении содержания витамина B_2 в применявшемся рационе, путем экстракции казеина уксусной кислотой или заменой ячменной муки пшеницей, говорят о том, что все же это не ведет к развитию пеллагры, а лишь останавливает рост. Следовательно для развития пеллагры у цыплят необходимы какие-то другие изменения рациона, а не только уменьшение содержания витамина B_2 (или, что антипеллагрический витамин не идентичен с витамином B_2). Это также вытекает и из исследований Ringros, Norris и Heuser, показавших, что пеллагрические симптомы в первую очередь развиваются у цыплят, получающих яичный белок, в то время как Chick, Cooring и Roscoe нашли, что яичный белок богат витамином B_2 .

Sherman и Derbingy показали, что увеличение протеина в диете крыс смягчает и задерживает развитие у них пеллагры, в то время как наши данные показывают, что увеличение протеина при том же содержании витамина B_2 способствует выявлению недостатка витамина B_2 . В связи с этим заслуживают особого внимания данные Parsons и Kelly о характере вызывающего пеллагру фактора в яичном белке. Они показали, что яичный белок, подвергнутый пептическому перевариванию или нагреванию с нормальной соляной кислотой в течение 3 дней при $t^{\circ} 37^{\circ} C$, не только теряет способность вызывать пеллагру у крыс, но даже излечивает развившиеся уже симптомы пеллагры. Авторы поэтому считают, что в яичном белке содержится токсический фактор, присутствие которого и обуславливает развитие пеллагры. Необходимо отметить, что почти во всех опытах, где производилось лечение пеллагры, применялись в качестве источника витамина препараты, содержащие огромное количество веществ невитаминного характера, причем в количествах, гораздо больших, чем это нужно было для покрытия потребности в витамине B_2 . Это подтверждается и сообщением Tully, не получившего положительного эффекта при скормливании яичного белка, даже при введении 5% сухих дрожжей. Это также говорит за то, что „пеллагра“ крыс и кур не есть авитаминоз B_2 .

В заключение необходимо отметить, что при описанном параличе ног у цыплят мы имеем пример влияния витамина B_2 на обмен белков при обычных количествах последних в пище животного, в то время как до этого подобные указания имелись лишь по отношению к пище, исключительно богатой белками. Поэтому изучение состояния белкового обмена при данном заболевании может дать возможность более близко подойти к изучению физиологической роли витамина B_2 .

Выводы

1. Заболевание цыплят, воспитывающихся в батареях, „параличом ног на почве питания“ (Nutritional paralysis) происходит вследствие недостатка витамина B_2 в рационе, т. е. является проявлением состояния гиповитаминоза B_2 у цыплят. *

2. Повышение содержания протеина в рационе цыплят вызывает увеличение количества случаев заболевания „параличом ног“, следовательно с увеличением протеина в рационе увеличивается и потребность организма цыплят в витамине B_2 , что свидетельствует об участии витамина B_2 в межклеточном белковом обмене животных.

3. Изучение хода белкового обмена у цыплят при данном заболевании вероятно позволит более близко подойти к выяснению физиологической роли витамина B_2 .

Поступило в редакцию
17 апреля 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

Патрий И. Советское птицеводство. 1931, № 10. Norris, Heuser and Uriagus. Poultry Sc. 1931, 10, 93. Betke, Record and Kennard. Poultry Sc. 1931, 10. Titus. Poultry Sc. 1932, 11, 117. Hunter and Funk. Poultry Sc. 1932, 11. Milton and Robinson. Poultry Sc. 1932, 11, 5. Hanzel Munsel. J. Nutrition, 1931, 4, 203. Williams and Waterman. Journ. Biolog. Chem. 1928, 78, 311. Eddy, Gurina. Keresetzi. Journ. Biolog. Chem. 1930, 87, 729. Reader. Biochem. Journ. 1930, 24, 77; 1932, 26, 2035. Goward, Key and Morgan. Biochem. Journ. 1929, 23, 695. Williams and Lewis. Journ. Biol. Chem. 1930, 89, 275. Halliday, N. Journ. Biolog. Chem. 1932, 96, 479. Chick and Copping. Biochem. Journ. 1930, 24, 1764. Ringros, Norris and Heuser. Poultry Sc. 1931, 10, 166. Chick, Copping and Roscoe. Biochem. Journ. 1930, 24, 1748. Sherman and Derbingy. Journ. Biol. Chem. 1933, 165. Parsons and Kelly. Journ. Biolog. Chem. 1933, 100, 645. Tully. Poultry Sc. 1933, 12, 334.

HYPOVITAMINOSE B_2 BEI KÜCKEN

A. Fr. Arseniev und A. S. Solun

Aus dem Physiolog. Institut der Vögelindustrie und des Volkskommissariats für Versorgung der USSR (Vorstand — Prof. A. S. Solun, Kons. — Akadem. A. W. Leontowitsch)

1. Die Erkrankung der in Batterien aufgezogenen Kücken an „Paralyse der Füße infolge der Ernährung“ (Nutritional paralysis) entsteht durch Mangel an Vit. B_2 in der Ration, d. h. ist ein Zeichen von Hypovitaminose B_2 bei Kücken.

2. Eine Erhöhung des Proteingehalts in der Ration der Kücken ruft eine Steigerung der Zahl der Erkrankungsfälle an „Fussparalyse“ hervor, folglich vergrößert sich bei Vergrößerung der Proteinmenge in der Ration das Bedürfnis des Organismus der Kücken an Vitamin B_2 , was einen Anteil des Vit. B_2 beim intermediären Eiweisstoffwechsel der Tiere beweist.

3. Die Erforschung des Verlaufs des Eiweisstoffwechsels bei Kücken während der genannten Krankheit wird, wahrscheinlich, die Möglichkeit geben, an die Aufklärung der physiologischen Rolle des Vit. B_2 näher heranzutreten.

О СТАНДАРТИЗАЦИИ БЕНЗИНОВ

А. М. Черников

Из кафедры фармакологии Азербайджанского медицинского института и из Всесоюзного научно-исследовательского института „Нефтебезопасность“ (зав. — проф. А. М. Черников)

Огромный рост потребления нефтяных продуктов, в связи с внедрением их в самые разнообразные отрасли народного хозяйства, ставит перед токсикологией нефтяной промышленности во всю широту вопросы получения безопасной продукции и прежде всего в отношении такого широко распространенного продукта, как бензин. Решение этого вопроса может быть направлено не только по пути получения неядовитых бензинов, но и путем определения степени ядовитости. Между тем до настоящего времени ядовитость каждой цистерны бензина остается величиной неизвестной. Такое положение вещей чрезвычайно усложняет борьбу с ядовитыми свойствами бензина. В целях безопасности приходится, без достаточных оснований, уменьшать цифру предельно-допустимых концентраций и тем самым значительно удорожать и затруднять устройство вентиляции. Поскольку все-таки ядовитость бензина остается величиной неизвестной, постольку и нормы предельно допустимых концентраций остаются условными, а вентиляция, построенная на этих данных, рискует быть ненадежной.

Литературные данные о различной ядовитости бензинов в зависимости от химического состава имеют больше теоретический, чем практический интерес. Ядовитость бензина может изменяться не только в зависимости от разных месторождений (советские, румынские, галицийские, японские и прочие нефти) и сорта, но и в пределах одного и того же сорта бензина обнаруживаются значительные колебания ядовитости. Наши исследования десяти образцов бензинов одного и того же сорта, полученных одновременно с одного и того же завода, показали столько степеней ядовитости, сколько было взято образцов. Необходимо заметить, что все испытанные бензины были очень схожи между собой по процентному содержанию отдельных групп углеводов, входящих в их состав. Очевидно не только „технические нормы“, характеризующие различные сорта бензинов, но и суммарное определение отдельных групп углеводов явно недостаточно для характеристики биологических свойств бензинов. Разнообразие ядовитости одного и того же сорта бензина получилось также и у других авторов, пользовавшихся иной методикой.

Необходимость стандартизации биологических свойств бензинов совершенно очевидна. Существующие по этому поводу предложения сводятся к использованию двух путей.

Первое — это стандартизация всей бензиновой продукции, поступающей на производство. Такого рода работа требует прежде всего установления определенных специфических изменений какой-либо функ-

ции организма с помощью строго регламентированной методики, как это имеет место в отношении стандартизации лекарственных веществ. В отношении бензинов поиски надежного и специфического критерия и достаточно простой и портативной методики не увенчались успехом. Помимо того практическое осуществление такого рода стандартизации вероятно встретит большие препятствия, хотя бы из-за громадных размеров все растущей продукции бензинов и большого разнообразия потребителей.

Другой путь — это химическая характеристика. Н. В. Лазарев путем изучения действия чистых углеводородов, имея в виду химический состав различных бензинов, приходит к заключению, что бакинские бензины ядовитее соответственных грозненских и краснодарских. Однако едва ли такая характеристика может что-либо сказать о токсичности определенных бензинов. Важно не столько количественное определение отдельных групп углеводородов, сколько возможно более полное представление о количестве отдельных индивидуумов разных групп — задача при современном состоянии химии нефти не разрешимая.

Наши опыты с различными образцами бензинов, имеющих почти одинаковое процентное содержание отдельных групп углеводородов, заставили прийти к заключению о том, что ядовитость бакинских бензинов определяется не только количеством входящих в их состав нафтен и парафинов, но и длиной боковых цепей пяти- и шестичленных колец первых и длиной открытой цепи вторых. Поэтому же мало убедительна и формула ядовитости бензинов, предложенная Н. В. Лазаревым — едва ли она найдет свое практическое применение.

Таким образом, несмотря на то, казалось бы, правильные принципы обоих подходов, они оказываются мало пригодными и трудно выполнимыми, а борьба с ядовитыми свойствами бензинов снова неминуемо сводится к той же дорогостоящей и малонадежной вентиляции и герметизации производственных процессов.

Опыт токсикологической оценки продукции бензиновых заводов, проведенный по нашему предложению И. И. Гуревичем, доказал большое значение процессов получения бензинов для их ядовитости. Прежде всего бросилось в глаза удивительное постоянство биологических свойств крекинг-бензинов, сравнительно с бензинами прямой гонки. Это на первый взгляд странное обстоятельство лучше всего объясняется тем, что получение крекинг-бензинов строго регламентировано и механизировано, начиная с исходного материала. Знакомясь с процессами получения бензинов прямой гонки, мы обнаружили ряд моментов, заслуживающих особого внимания. Мы старались выяснить значение исходного материала в ядовитости конечной продукции. При этом оказалось, что на практике исходному материалу придается не большое значение, руководствуясь главным образом наличием того или иного сырья. Зачастую сведения о составе нефтей, полученные в заводууправлении, не соответствовали тому, что было в действительности у кубовой или трубчатой батареи. Так же трудно бывало установить процентное содержание отдельных нефтей в случаях гонки бензинов из смесей, не считая того, что эти цифры всегда более или менее приблизительны. Сам процесс получения бензинов в сыром, неочищенном виде (дестиллатов) отделен от процесса очистки. Дестиллаты из различных заводов и различного сырья поступают в общие хранилища, а оттуда направляются для очистки. Таким образом очищенный бензин обезличивается в смысле своего исходного материала. Мало того, предусмотренные „техническими нормами“ удельные веса и температурные

характеристики различных сортов часто получаются не только путем отгона из нефти определенных температурных фракций, но и путем смешения ниже и выше кипящих погонов с расчетом в среднем получать требуемые показатели. Таким образом характер производства делает чрезвычайно разнообразными и непостоянными соотношения процентного содержания отдельных групп углеводородов и особенно процент различных индивидуумов в тех или иных группах. Совершенно естественно, что бензины с одними и теми же техническими нормами, выпускаемые одним и тем же заводом, оказываются чрезвычайно разнообразными по своим биологическим свойствам.

Для оценки токсикологического значения исходного материала нам приходилось проверять на местах все сведения и забирать дестиллаты. После изучения проб дестиллатов они подвергались лабораторной очистке серной кислотой, а полученные бензины вновь испытывались. Всего нами было изучено 12 образцов дестиллатов бензина второго сорта и 6 образцов бензина „калоша“, полученных из различного сырья с завода им. Пятакова. Было поставлено 150 опытов острого отравления кроликов в газовой камере при концентрации 80 мг на 1 л в условиях статической и динамической затравки, принимая за предельную продолжительность опыта 2 часа.

Все опыты проведены при одинаковой температуре и влажности. Каждое животное подвергалось лишь однократной затравке. Результаты опытов с бензиновыми дестиллатами, которые имеют наиболее исчерпывающие и достоверные сведения, приведены в табл. 1.

При просмотре таблицы совершенно отчетливо выступает зависимость изменений ядовитости от исходного материала. Так, при отравлении пробами № 3 и 4 судороги наступают через 23, 27 минут, а смерть через 50—41 минуту. Наравне с этим проба № 8 вызвала появление судорог лишь на 111-й минуте. Испытание остальных образцов обнаружило различные степени переходов между этими крайними пределами.

В испытанных дестиллатах не удастся установить общеизвестной зависимости ядовитости от удельного веса и температуры кипения, вероятно благодаря незначительности колебаний этих показателей, сравнительно со значением исходного материала.

Бензины, полученные из дестиллатов путем очистки в лаборатории, почти не изменяли своих ядовитых свойств. Это вполне согласуется с литературными данными.

Во второй таблице представлены опыты с бензинами „калоша“. Заводской лабораторией были изготовлены образцы из различного сырья несколькими способами. При испытании этих проб, так же как и в предыдущих опытах, отчетливо выступает зависимость ядовитости от исходного материала. Бензины, полученные из сураханской нефти, оказались более ядовитыми, чем бензины из биби-эйбатской и балаханской. Температурный и количественный составы фракций мало отразились на токсических свойствах. Этот вопрос требует специальных экспериментов и не являлся задачей настоящей работы. Можно ожидать, что разнообразные способы выполнения требуемых технических норм окажутся далеко не безразличными для биологических свойств бензинов.

Как видно из приведенных данных, результаты получались совершенно определенные: одной из причин разнообразия токсических свойств бензинов прямой гонки является исходный материал. Эти результаты могут быть прекрасной иллюстрацией положения о том, что ядовитость бензинов есть функция химического состава и физических

ТАБЛИЦА 1

Изменения ядовитости бензиновых дестиллятов в зависимости от исходного материала

Номер пробы	Характеристика дестиллятов бензина второго сорта					Время появления признаков отравления (в минутах)					Общая продолжительность опыта	Токсический коэффициент
	Удельный вес	Начало кипения	Конечное кипения	Заводская установка	Исходный материал	Процент	Шаткость походки и расстройство посадки	Нистагм головы	Боковое положение	Судороги	Смерть	
3	0,7543	71°	151°	Трубочка	Сураханская нефть	100	8'	—	18'	23'	50	1840/4000 ²
4	0,7543	70	150	"	Калинская	100	9'	—	24	27	41	2160/3280
2	0,7485	60	150	10-кубов.	Биби-эйбатская тяжелая	100	18'	—	21	34	60	2720/4800
9	0,7567	68	174	9-кубов.	Балаханская легкая	60	11	—	—	72	—	5760
5	0,7523	66	187	Трубочка	Сураханская VI пласт.	40	23	—	—	85	Иногда 106	6800/8480
10	0,7463	68	177	15-кубов.	Балаханская легкая	100	9'	—	—	95	—	7600
8	0,7650	78	174	Трубочка Гревер	Роман. Биби-эйбатская легкая	30 40	40	—	—	111	—	8880
					Балаханская	30						

Примечания. Время появления признаков отравления дано в средних цифрах из нескольких опытов.

¹ Числитель — общая продолжительность опыта до судорог; знаменатель — общая продолжительность опыта до смерти.² Вычислено до появления судорог (числитель) и до смерти (знаменатель).

ТАБЛИЦА 2
Изменение ядовитости бензина „калоша“ в зависимости от исходного материала

Номера пробы	Характеристика бензина "калоша"						Исходный материал	Процент	Время появления признаков отравления (в минутах)				Общая продолжительность опыта	Токсический коэффициент	Примечание
	Удельный вес	Начало кипения	Выкипает до 100°	Конечная кипения	Остаток	Температурный и количественный состав фракций									
1	0,7478	80	94,2%	122	0,9%	Товарный состав	Из обезличенного сырья Сураханская Кара-Чухурская	90	14'	27'	Иногда 37'	38	3040	Время появления знаков отравления дано в средних цифрах из нескольких опытов.	
2	0,7463	80	95,7%	117	0,8%	"	Сураханская отборная	10	8	19	—	29	2320	Токсический коэффициент вычислен до появления судорог	
3	0,7474	80	93%	119	1%	Смесь фракций с температурными пределами от 75 до 110°	Сураханская отборная	100	13'	Иногда 16	—	27	2160	Характеристика бензина дана заводским главным лабораторией завода им. Пятакова Е. Эминовым	
4	0,7466	80	93,6%	117	0,8%	Смесь фракций 75—110° с добавлением узкой фракции 75—80° в количестве 3,5% к общему количеству бензина	Сураханская отборная	100	13	Иногда 16	—	30	2400		
5	0,7312	80	94,6%	115	1%	Смесь фракций 75—110° с добавлением узкой фракции 95—110° в количестве 28%	Биби-Эйбатская тяжелая "легкая"	70 30	8	—	Иногда 55	53	4240		
6	0,7297	80	93,4%	118	0,8%	Смесь фракций с температурными пределами 75—110°	Балаханская тяжелая	100	55	—	70	85	6800		

свойств, которые в свою очередь определяются исходными материалами и способом его обработки. Наш опыт учит тому, что технологические нормы должны выполняться более строго, чем это имеет место в действительности, так как они предreshают не только технические, но и токсикологические свойства конечной продукции. Нам кажется, что путем строгой регламентации всего производственного процесса можно получить продукцию с определенной степенью ядовитости. Дальнейшая тщательная токсикологическая оценка различных производственных моментов прямой гонки бензинов должна дать материал для проверки и дополнения технических норм биологической характеристикой.

Путем взаимного контроля и дополнения техник и токсиколог дадут бензины с определенными ядовитыми свойствами. Тем самым может быть рационализировано распределение бензинов среди многочисленных отраслей потребляющей промышленности, а дело стандартизации получит желаемую полноту и ясность.

В проведении настоящего исследования принимали участие И. И. Гуревич и Г. Аллахвердибеков.

Выводы

1. Одной из причин разнообразия ядовитых свойств бензинов прямой гонки одного и того же сорта является исходный материал.
2. В целях получения бензинов определенной степени ядовитости важно строго регламентировать весь производственный процесс, начиная с сырья.
3. Технические нормы, определяющие свойства различных бензинов, должны быть дополнены токсикологической характеристикой.

ЛИТЕРАТУРА

А. М. Черников, И. Д. Гадаскина и И. И. Гуревич. К токсикологии бензинов. Гигиена и безопасность труда. 1933. № 4. Оценка сравнительной токсичности химических веществ. Труды ВЦИО и О Труда. Выпуск 33-й Гос. мед. изд. 1933. Н. В. Лазарев. „Бензин как промышленный яд“. Гос. соц. эк. изд-во 1931. И. И. Гуревич. „Опыт токсикологической оценки продукции бензиновых заводов“. Тезисы докладов V Кавказского съезда физиологов. Изд-во „Северный Кавказ“, Ростов Н/Д. 1933. Г. Аллахвердибеков. Острое отравление бензинами при различной температуре и влажности. Тезисы докладов V Кавказского съезда физиологов. Изд-во „Сев. Кавказ“. Ростов Н/Д. 1933.

UEBER DIE STANDARTISATION DER BENZINE

Von A. M. Tschernikow

Aus der Pharmakologischen Abteilung (Vorstand — Prof. A. M. Tschernikow) des Medizinischen Instituts in Aserbaidshan und aus dem Wissenschaftlichen Forschungsinstitut „Naphtagefahrlosigkeit“

1. Eine von den Ursachen der Mannigfaltigkeit der giftigen Eigenschaften des Benzins von direkter Destillation einer und derselben Sorte ist das Ausgangsmaterial.

2. Um Benzin von einem bestimmtem giftigkeitsgrad zu erhalten, ist es wichtig, den ganzen Betriebsprozess vom Rohmaterial ab, zu reglamentieren.

3. Die technischen Normen, welche die Eigenschaften verschiedener Benzinsorten bestimmen, müssen durch eine toxikologische Charakteristik ergänzt werden.



К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1) В журнале помещаются оригинальные статьи по физиологии, физиологии труда, биохимии, фармакологии, а также по истории и методологии указанных дисциплин.

2) Размер статей не должен превышать $\frac{1}{2}$ листа (20 тыс. знаков). Исключения допускаются лишь в крайнем случае по особому каждому раз постановлению редакции.

3) Рукописи должны быть четко написаны на машинке на одной стороне листа и после переписки обязательно проверены автором.

4) К рукописям должен быть приложен краткий реферат на одном из иностранных языков или резюме для перевода.

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

6) Литературный указатель помещается обязательно в конце статей, причем имена авторов даются в оригинальной транскрипции.

7) Рукописи, не отвечающие указанным требованиям, будут возвращаться обратно.

8) Редакция оставляет за собой право сокращать статьи в случае надобности.

9) Адрес редакции: Ленинград „22“, Лопухинская ул., № 12.

Рукописи направлять по следующим адресам:

проф. И. П. Разенкову — Москва, Мал. Казенный пер., № 5, Физиологическая лаборатория ин-та им. Обуха;

проф. Б. И. Збарскому — Москва, Погодинская ул., № 10, Центральный ин-т питания;

д-ру С. М. Дионесову — Ленинград 9, просп. К. Маркса, № 7-а, кв. 11 (или по адресу редакции);

акад. А. В. Палладину — Киев, Всеукраинская Академия Наук,

проф. Г. В. Фольборту — Харьков, Главн. почтамт, почтовый ящик № 205.

Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова, т. XVIII, № 2

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ:

Страница:	Строка:	Напечатано:	Следует:
обложка, стр. 2	16 сверху	Л. Л. Шак	Л. Л. Шик
335 (пункт 5)	14 "	даны в русской	даны в оригинальной
335 "	14 и 15 "	причем при первой ...	Вычеркнуть
335 "	23 "	(до конца пункта)	
		Лопухинская ул. № 12	Ул. акад. И. П. Павлова № 9

Зак. 2333.

Цена 2 р. 50 к.

