

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

И М Е Н И И. М. С Е Ч Е Н О В А



Почетный редактор — академик И. П. ПАВЛОВ

Редколлегия:

Проф. Ю. М. ГЕФТЕР, С. М. ДИОНЕСОЗ (зам. ответ. редакт.), проф. Б. И. ЗБАРСКИЙ, заслуж. деятель науки проф. А. А. ЛИХАЧЕВ, заслуж. деятель науки акад. Л. А. ОРБЕЛИ, акад. А. В. ПАЛЛАДИН, проф. И. П. РА-ЗЕНКОВ, заслуж. деятель науки проф. А. Д. СПЕРАНСКИЙ, акад. А. А. УХТОМСКИЙ, Л. Н. ФЕДОРОВ (ответ. 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. Фольборг, 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. Штенштейн.</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 XIX, ВЫПУСК 6

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

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ 1935 ОТДЕЛЕНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. А. Волохов, Г. В. Гершуни, Л. Т. Загоруйко и А. В. Лебединский (Ленинград). Изменения электрической возбудимости зрительного прибора во время темновой адаптации	1115
В. Г. Самсонова (Ленинград). Влияние яркости на порог стереоскопического восприятия в условиях адаптации на темноту	1124
В. Г. Самсонова (Ленинград). Влияние отдельных элементов формы объекта на стереоскопическое восприятие	1129
А. Т. Худорожева (Ленинград). Влияние промежуточного мозга на кожные сосуды и пигментные клетки в коже лягушки	1147
В. И. Введенский, С. М. Рысс и М. А. Усиевич (Ленинград). Деятельность коры больших полушарий и работа внутренних органов. (Сообщ. 2. Деятельность коры и работа желудка и поджелудочной железы)	1156
Е. А. Ганике (Ленинград). Методика изучения условных рефлексов в применении к мышам	1164
О. В. Вернке (Харьков). Анализ некоторых колебаний, наблюдаемых в деятельности слюнных желез	1173
П. П. Герасимович (Витебск). Влияние локальной стрихнизации и коканнизации одной части спинного мозга на рефлекторную возбудимость других его частей	1178
Е. И. Бронштейн-Шур и П. А. Некрасов (Ленинград). К вопросу о влиянии симпатического нервной системы на спинномозговые рефлексы	1189
А. М. Александр и О. А. Михалева (Ленинград). Методика операции для получения изолированной дегенерации волокон п.п. vagi и sympathici в смешанном сплете vago-sympathici	1201
А. Г. Аверьянов, Г. Е. Владимиров, З. Э. Григорьев, Б. Д. Кравчинский, М. Л. Рылова и П. Н. Смухин (Ленинград). Влияние на организм человека длительного пребывания в герметически замкнутом помещении при отсутствии вентиляции при разных метеорологических условиях	1207
П. И. Егоров (Ленинград). Материалы к изучению влияния больших перелетов на организм летчика	1229
Т. А. Штессель (Ленинград). Содержание кальция в крови при экспериментальном хроническом отравлении фтористым натрием	1239
И. Г. Гадаскина и Т. А. Штессель (Ленинград). Резорбция, распределение и выделение фтора при отравлении животных фтористым натрием	1245
Н. Н. Блохин (Ленинград). Газы крови при мышечной работе	1258
М. И. Граменицкий и И. И. Сиверцев (Ленинград). К вопросу о ядовитости выдыхаемого человеком воздуха	1265
А. И. Науменко (Ленинград). Запись изменений внутри плеврального давления как пневмографический метод	1271
Н. С. Савченко (Ленинград). Специфически-динамическое действие пищи в покое и при выполнении физической работы. (Сообщ. 1. Специфически-динамическое действие углеводного завтрака)	1274
Н. С. Савченко (Ленинград). Эрговелосипед с механическим торможением по принципу Ргопу	1281

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ С С С Р

И М Е Н И И. М. С Е Ч Е Н О В А



очетный редактор — академик И. П. ПАВЛОВ

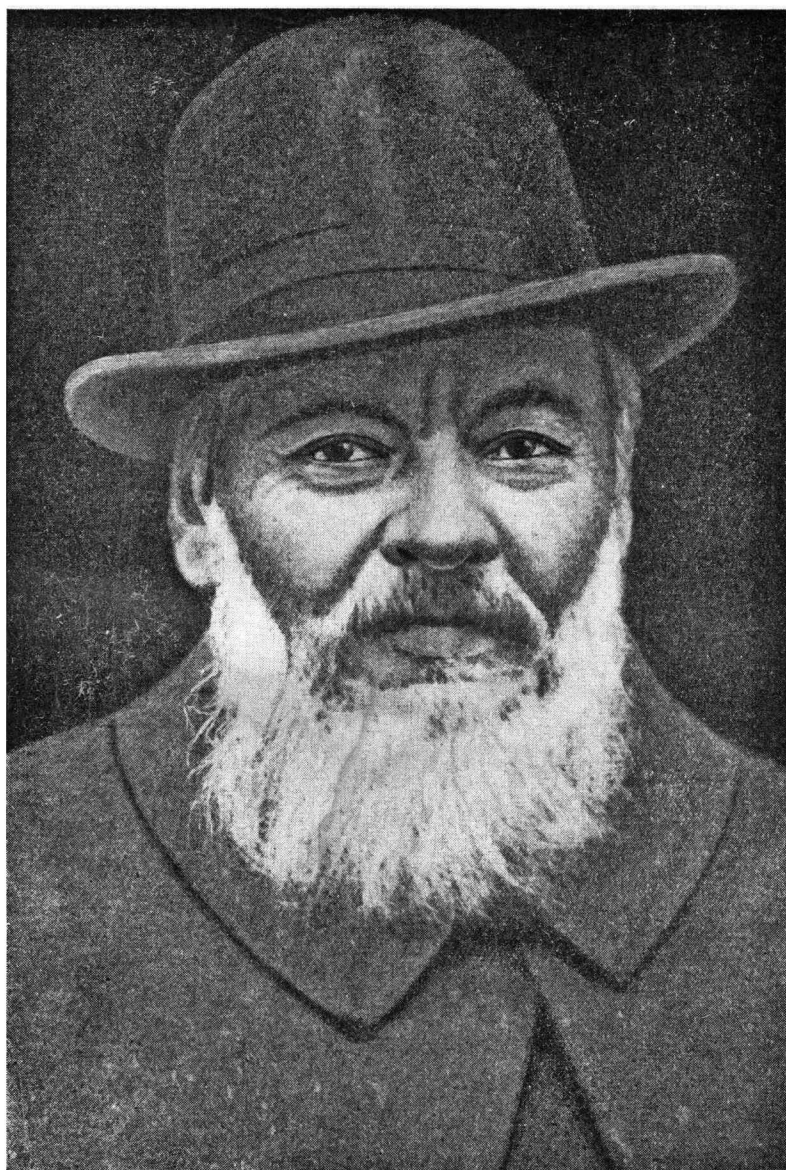
Редколлегия:

Проф. Ю. М. ГЕФТЕР, С. М. ДИОНЕСОВ (зам. ответ. редактора), проф. Б. И. ЗБАРСКИЙ, заслуж. деятель науки проф. А. А. ЛИХАЧЕВ, заслуж. деятель науки акад. Л. А. ОРБЕЛИ, академик А. В. ПАЛЛАДИН, проф. И. П. РА-ЗЕНКОВ, заслуж. деятель науки профессор А. Д. СПЕРАНСКИЙ, акад. А. А. УХТОМСКИЙ, Л. Н. ФЕДОРОВ (ответ. редактор)

Редакционный совет

- | | |
|--|---|
| 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. Фольборт, заслуж. деятель науки проф. Л. С. Штерн. | 2) Физиология труда:
проф. К. М. Быков, проф. М. И. Виноградов, проф. Э. М. Каган, Д. И. Шагенштейн. |
| 3) Эволюционная физиология:
проф. Х. С. Коштоянц, проф. Е. М. Крепс. | 4) Зоотехническая физиология:
проф. Б. М. Завадовский, академик А. В. Леонтович. |
| 5) Биохимия и физиология питания:
В. М. Каганов, проф. А. Ю. Харит, проф. М. Н. Шатерников. | 6) Фармакология:
проф. В. В. Николаев. |

ТОМ XIX, ВЫПУСК 6



Иван Михайлович Сеченов
в 1904 г.

[К тридцатилетию со дня смерти [2(15) ноября 1905 г.]

ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ВОЗБУДИМОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ВО ВРЕМЯ ТЕМНОВОЙ АДАПТАЦИИ¹

А. А. Волохов, Г. В. Гершуни, Л. Т. Загоруйко и А. В. Лебединский

Из кафедры Физиологии Военно-Медицинской Академии им. С. М. Кирова
(начальник кафедры — акад. Л. А. Орбели)

Вопросу об электрической возбудимости зрительного прибора в течение темновой адаптации посвящен целый ряд работ [Müller (1) (1897), Nagel (2) (1904), v. Cords (3) (1907), Brückner u. Kirsch (4) (1913), Лазарев (5) (1923), Вергур (6) (1925), Achelis u. Merkulow (7) (1929)].

Большинству авторов, производивших исследования с помощью постоянного тока, не удалось отметить изменения электрической возбудимости глаза в течение темновой адаптации. Правда, при внимательном изучении приводимых некоторыми авторами данных (см. напр. Müller) приходится отмечать, что их фактический материал не согласуется с делаемыми выводами. Brückner u. Kirsch (4) удалось отметить увеличение порогов возбудимости в случаях раздражения элементов центрального углубления. Лазарев (5), применив индукционный ток, пришел к заключению, что электрическая возбудимость не изменяется во время темновой адаптации. Вергур (6), применив хронаксиметрический метод исследования, подтвердил данные Brückner и Kirsch; следует, однако, отметить, что полученные им величины хронаксии несколько велики (1,21σ—9,83σ).

Приступая по предложению Л. А. Орбели к изучению электрической возбудимости глаза, мы воспользовались методом хронаксии.

Методически это осуществлялось следующим путем: диферентный электрод, укреплявшийся несколько выше надбровной дуги, был устроен таким образом, что позволял поддерживать место контакта металл—кожа определенной степени влажности. Индифферентный электрод (тоже влажный) фиксировался в нижней трети предплечья. Величина сопротивления цепи (электроды—испытуемый) измерялась мостом Уитстона, питаемым катодным генератором, в балансирующее плечо которого вводилась параллельно переменная емкость. Измерения сопротивления производились в начале и в конце опыта. Сопротивление к концу опыта обычно несколько уменьшалось (в пределах от 2 до 15%), повидимому, вследствие мацерации поверхностных слоев кожи.

В этих условиях опыта нам удавалось получать определенным образом локализованный и однообразный по характеру ощущения фосфен: он всегда возникал в височной области поля зрения и имел серовато-голубую окраску. Однако мы не можем отрицать возможности при других условиях опыта получения фосфенов иной локализации, цветности и контурировки.

В настоящей работе нами было проделано три серии экспериментов. В первой из них мы произвели определения величин хронаксии избранного нами фосфена у разных лиц. Такие определения были осуществлены в 21 опыте на 15 испытуемых. Параллельно с этим мы проверили значение фиксации глаза для определяемой величины хронаксии. Надо отметить, что существенных различий в этом отношении мы не получили, наблюдая одинаковые величины хронаксии как в случае фиксации глаза, так и при отсутствии ее.

¹ Доложено на Всесоюзной конференции по физиологической оптике в Ленинграде (28/XII 1934 г.).

Значения хронаксии, полученные в наших опытах, обычно укладывались в пределы 0,75—1,5 с. Правда, имелись случаи, в которых хронаксия равнялась 1,7—1,82 с, но она никогда не оказывалась выше границы периферического фосфена, данной Bouguignon (табл. 1).

Вторую серию опытов по измерению хронаксии фосфена мы поставили таким образом, что определения хронаксии „на свету“ делались в условиях освещенности поля адаптации (около 300 лс) в течение 15—20 мин. После этого производилось затемнение помещения, в котором находился испытуемый, и определения продолжались в полной темноте через каждые 3—5 мин.

В результате опытов этой серии оказалось, что в течение темновой адаптации всегда (за исключением одного опыта) наблюдается увеличение реобазы. Изменения же хронаксии не столь определенны; из 20 опытов мы находили уменьшение ее в 11; в 5 опытах хронаксия увеличивалась и в 4 — оставалась неизменной (табл. 2 и рис. 1 и 2).

ТАБЛИЦА 1

Хронаксия и реобазы у различных испытуемых

№ опыта	Фамилии испытуе- мых	Правый глаз			Левый глаз		
		Определения		Сопротивле- ние	Определения		Сопротивле- ние
1	Б.	57; 59 1,19	58; 57 1,38	—	54; 56 1,25	56; 56 1,25	—
2	В.	46; 46 1,5	—	—	30; 30 1,5	—	—
3	З.	41; 43 1,44	—	—	34; 34 1,38	—	—
4	Д.	20; 21 1,56	—	—	20; 21 1,32	—	—
5	А.	52; 53 1,38	—	—	58; 62 1,32	—	—
6	Г.	31; 33 1,19	33; 33 1,07	—	19; 20 1,07	—	—
7	З.	21; 21 0,94	20; 20 1,0	4005 ом	22,5; 22,5 0,88	24; 24 0,88	4270 ом
8	Д.	47; 47 1,32	—	—	43; 43 1,19	—	—
9	Н.	20; 20 1,19	—	—	—	—	—
10	С.	18; 19 1,38	—	—	—	—	—
11	К.	38; 40 1,82	—	+	—	—	—
12	Л.	20; 20 1,25	—	—	—	—	—
13	В.	14; 14 0,7	—	—	13; 14 0,75	—	—
14	Ш.	50; 60 1,1	—	—	55; 55 0,75	—	—
15	В.	27; 29 1,19	27; 27 1,19	—	—	—	—
16	В.	34; 35 1,69	33; 33 1,44	—	—	—	—
17	С.	—	—	—	45; 44 1,19	—	—

Примечание. В каждом опыте в верхней строке даны величины реобазы в вольтах; в нижней — хронаксии в сигмах.

При рассмотрении данных, полученных во второй серии опытов, удается отметить, что в течение темновой адаптации увеличение реобазы достигает максимального значения через 15—20 мин., после чего реобазы практически не изменяется. Как известно, это время соответствует моменту „перелома“ в ходе классической кривой темновой адаптации Piper-Nagel.

При переходе из условий темновой адаптации к прежним условиям освещенности происходит относительно быстрое изменение электрической возбудимости, обратное тому, которое имеет место в темноте.

Приведенные выше данные наших опытов отличаются от материалов, представленных другими авторами (например Achelis и Merkulow), отмечавших в этих условиях параллельное увеличение реобазы и хронаксии в случае бинокулярной темновой адаптации.

Третья серия наших опытов была посвящена изучению Strength-duration kurve для светло- и темноадаптированного глаза испытуемого. Были сделаны определения 6 точек: $2,5 \mu F$ (реобазы); $0,5 \mu F$; $0,2 \mu F$; $0,1 \mu F$; $0,05 \mu F$ и $0,03 \mu F$. В результате каждого такого опыта представлялось возможным построить три кривых. Первая из них характеризовала электрическую возбудимость глаза во время световой адаптации; вторая — некоторый начальный момент темновой адаптации и затем третья — ее более позднюю стадию в темноте (рис. 3).

Как видно из чертежа, вторая и третья кривые имеют одинаковый характер, но эти кривые, соответствующие темновой адаптации, смещены по оси ординат сравнительно с кривой I, что соответствует увеличению реобазы во время адаптации к темноте. При внимательном изучении хода кривых оказывается, что при значительном изменении положения точек, соответствующих времени действия электрического раздражителя, величина хронаксии оказывается почти тождественной как для состояния световой, так и для темновой адаптации глаза; в области времени ($0,75 \sigma$) обе кривые практически совпадают одна с другой.

Переходя к обсуждению полученных результатов, мы должны попытаться ответить на два вопроса:

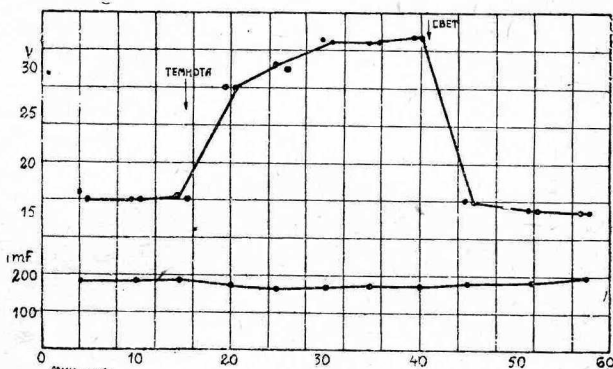


Рис. 1. Верхняя кривая — колебания реобазы на свету и в темноте. Нижняя кривая — колебания хронаксии (в микрофарадах) в том же опыте.

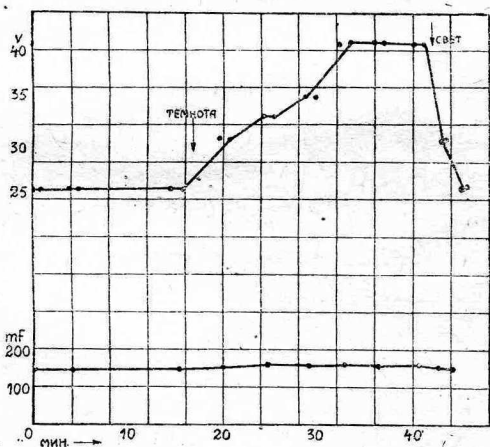


Рис. 2. Обозначения те же, что и на рис. 1.

ТАБЛ
Изменения реобазы, хронаксии и сопроти

№№ опытов	Фамилия испы- туемых	Н а с в е т у						В	
		О п р е д е л е н и я				Сопроти- вление (в омах)		О п р е	
1	В.	40—43 1,15	— —	— —	— —	— —	— —	41—42 1,19	41—42 1,19
2	В.	40—42 1,25	— —	— —	— —	— —	— —	44—46 1,25	52—51 1,25
3	М.	47—47 1,19	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	120 —
4	Р.	49—50 1,25	— —	— —	— —	— —	— —	50—50 1,25	53—54 1,25
5	И.	43—45 1,44	— —	— —	— —	— —	— —	42—41 1,56	41—43 2,26
6	М.	52—52 1,25	45—45 1,44	— —	— —	— —	— —	50—50 1,59	— —
7	В.	45—44 1,10	40—40 1,25	— —	— —	— —	— —	42—42 1,25	70—70 —
8	В.	43—42 1,44	25—25 1,44	— —	— —	— —	— —	25 1,44	35—35 1,59
9	Г.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	19—20 1,25	18—18 0,88
10	В.	40—43 1,25	41—42 1,19	— —	— —	— —	— —	40—41 1,19	54—56 0,94
11	В.	35—37 1,25	37—37 1,25	— —	— —	— —	— —	52 1,00	— —
12	В.	23—22,5 0,88	21—21 1,07	21—21 1,00	21—21 1,00	— —	9460 —	26—25 1,00	25—25 0,94
13	В.	42—42 1,25	24—24 1,44	25—25 1,56	24—24 1,10	— —	5050 —	24—24 1,07	32—32 1,25
14	В.	31 1,07	31—32 1,25	— —	— —	— —	— —	30—31 1,25	48—49 1,00
15	З.	36—35 0,81	33—32 0,88	34—32 0,91	34—31 0,91	30—32 0,94	— —	41—43 0,88	41—40 0,94
16	З.	22—22 1,25	24—25 1,19	22—22 1,19	20—20 1,25	— —	— —	31—30 1,00	29—30 1,07
17	З.	17—17 1,07	17—16 1,10	16—16 1,10	17—16 1,19	— —	— —	28—28 1,00	30—29,5 1,00
18	В.	27—27 1,25	27—28 1,25	27—27 1,25	25—25 1,25	— —	— —	30—30 1,10	30—31 1,07
19	З.	26—25 0,94	28—27,5 0,94	29—29 0,94	26—26 0,94	— —	3600 —	31—31 1,00	33—34 1,00
20	З.	30—29 0,81	26,5—26,5 0,94	26—26 1,00	— —	— —	5100 —	42—43 0,94	47—48 1,00

П р и м е ч а н и е. Для каждого опыта в верхней строке даны величины реобазы (в вольтах), рения ее. В нижней строке даны величины хронаксии в сигмах (σ). В некоторых опытах приве-

ИЦА 2

вления тела во время темновой адаптации

темноте						На свету			
деления						Определения		Сопро- тивлен. (в омах)	
54—56 0,94	65—65 0,94	66—66 0,88	— —	— —	— —	48—50 1,19	50—51 1,38	— —	— —
—	—	—	—	—	—	43—41 1,44	—	—	—
—	—	—	—	—	—	55—	46—	41—41	—
—	—	—	—	—	—	0,81	1,25	0,88	—
—	—	—	—	—	—	49—49	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1,25	—	—	—
40—36 2,26	—	—	—	—	—	35—35 1,69	29—29 1,76	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100—100 —	—	—	—	—	—	42—43 1,38	—	—	—
40—40 1,56	38—40 1,50	40—42 1,56	—	—	—	38—41 1,56	—	—	—
24—24 1,19	24—24 0,81	23—23 1,00	—	—	—	15—15 0,81	17—17 1,44	27—27 1,59	—
65—65 0,94	67—67 0,88	—	—	—	—	50 0,88	50—48 1,19	50—51 1,38	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27—27 0,94	28—27,5 0,88	29—28,5 0,94	29—29 1,07	—	9005 8390	—	—	—	—
32,5—32,5 1,07	32,5—32,5 1,10	32,5—32,5 1,10	—	—	4350	24—24 1,10	—	—	—
65—65 —	65—65 —	—	—	—	—	46—43 0,90	32—32 1,25	—	—
44—45 1,00	45—46 1,00	57—59 1,00	—	—	—	39—39 1,07	40—40 0,94	32—31 0,94	—
33—31 1,00	31,5—31,5 —	39—41 1,00	41—40 1,00	—	8100	33—28 1,00	23—22 1,10	21—20 1,19	—
33—32 1,00	31—31 1,00	31—31 1,00	35—35 1,00	33—34 1,00	—	16—16 1,00	13,5—13,5 1,10	12—12 1,38	—
39—40 1,10	40—40 1,10	39—40 1,10	40—40 1,10	—	—	28—28 1,10	25—25 1,10	—	—
35—35 1,00	44—44 1,00	41—41 1,00	40—41 1,00	—	9800	31—29 0,94	26—25,5 1,00	—	—
40—50 1,00	53—53 0,94	53—54 1,00	—	—	4100	26—25 0,94	23,5—23 0,94	—	—

 причем приведены результаты двух определений: 1) до измерения хронаксии и 2) после изме-
 дены величины сопротивления цепи (тела).

1) на какие элементы зрительного прибора электрический раздражитель действует возбуждающим образом; 2) к какой части зрительного прибора необходимо отнести те изменения электрической возбудимости, которые наблюдаются в наших опытах.

Изучение электрической возбудимости зрительного прибора имеет свою очень длинную историю. Первое наблюдение в этом отношении было сделано Roy (8) (1755), который описал возникновение зрительного ощущения при разрядах лейденской банки. Начиная с опытов первых электрофизиологов [Volta (9), Pfaff (10), Ritter (11), Purkinje (12) (конец XVIII, начало XIX в.)], исследовавших возбудимость глаза по отношению к постоянному току, вплоть до современных хронаксиметрических исследований, остается неясным вопрос: на какие же элементы зрительного прибора действует электрический раздражитель? При попытке ответить на этот вопрос в настоящее время высказываются два предположения;

1) Возникновение зрительных ощущений (фосфенов) при пропускании постоянного тока является результатом раздражения каких-то элементов сетчатки [Müller (1897), Bourguignon, Courland et Dejean (13) (1926)].

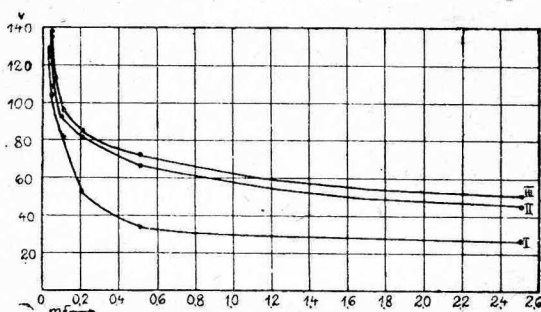


Рис. 3. Кривая I — получена во время адаптации к свету; кривые — II в начале и III в конце адаптации к темноте.

2) Фосфен возникает вследствие раздражения экстраокулярных нервных путей.

Несомненно, что одной из основных причин различия во взглядах является то многообразие явлений, которые наблюдаются при прохождении тока через зрительный прибор. Так, например, уже Ritter, Purkinje и Müller

(1) наблюдали различно окрашенные фосфены в зависимости от направления тока (восходящее и нисходящее). Bourguignon et Dejean (14) (1926) нашли различные величины хронаксии для периферического и центрального фосфенов (соответственно 1,1—1,9 с и 2,1—2,9 с).

Авторы совместно с проф. Дымшиц (15) изучали неокрашенный периферический фосфен, возникающий при раздражении глаза отдельными конденсаторными разрядами у больных, с различным поражением зрительного прибора, и пришли к выводу, что явление фосфена обязано своим возникновением непосредственному электрическому раздражению зрительного нерва.

Доказательством этому послужил ряд фактов, которые мы наблюдали при изучении патологического материала. Так, например, нам удалось наблюдать возникновение фосфена у субъекта с произведенной за четыре дня до опыта энуклеацией глаза. С другой стороны, во всех случаях, где клинически были констатированы явления дегенерации зрительного нерва, величины хронаксии были более или менее резко увеличены соответственно тяжести заболевания. Это позволило нам с большой долей вероятности отрицать, в условиях наших опытов, возможность возбуждающего действия тока на элементы сетчатки или непосредственно на зрительные центры. Поэтому мы думаем, что в нашей работе, используя в качестве индикатора, возбуждающего действия тока, периферический неокрашенный фосфен, мы имели, таким

образом, возможность судить о функции проводящих систем зрительного прибора. При попытке ответить на второй из интересующих нас вопросов можно предложить два возможных решения задачи:

1. Увеличение реобазы говорит о падении возбудимости не того физиологического механизма, на который ток действует раздражающим образом, т. е. нерва.

Факт расхождения между изменениями реобазы и хронаксии во время темновой адаптации представляет с этой точки зрения известные трудности для своего объяснения. Однако, мы думаем, что в этом случае имеется известная аналогия с данными Brücke и Krappich (16), которые, изучая хронаксию чувствительного нерва лягушки под влиянием раздражения п. *sympathici*, тоже наблюдали расхождение между обеими величинами. Объясняя это обстоятельство авторы сделали заключение, что оно свидетельствует об изменении возбудимости не в месте действия электрического раздражителя (чувствительный нерв), но в центральной нервной системе.

Распространяя мысль Brücke и Krappich на наш случай, можно было бы предположить, что в состоянии темновой адаптации имеет место понижение возбудимости нервных центров.

2. Однако представляется вероятной и другая, несколько более сложная трактовка явления. Мыслимо допустить, что при нанесении электрического раздражения действию тока подвергается большое число волокон, но ощущение может возникнуть в определенных центральных образованиях в зависимости от того, находится ли испытуемый в состоянии световой или темновой адаптации. При этом, с точки зрения, развиваемой в ряде работ, вышедших из лаборатории акад. Орбели, о взаимоотношении между центральным и периферическим зрением (17), можно легко себе представить, что в известные моменты темновой адаптации являются функционирующими одни „центры“ (соответствующие периферии сетчатки) и, наоборот, заторможенными другие (соответствующие ее макулярным элементам). Тогда понижение возбудимости „центров“ во время темновой адаптации является фиктивным в том смысле, что оно не говорит об истинном падении возбудимости клетки. Процесс, характеризующийся уменьшением электрической возбудимости, заключается, с этой точки зрения, в выключении одних и включении в состояние функционирования других центров. Таким образом, отмеченные нами, так же как и другими авторами, изменения электрической возбудимости во время темновой адаптации являются одним из свидетельств игры координационных механизмов афферентных систем зрительного анализатора.

В рамках такого толкования хорошо укладывается отмеченный нами выше факт завершения (в основном) изменений электрической возбудимости ко времени окончания „перелома“ на классической кривой Piper—Nagel. Как оказывается, этому моменту соответствует время освобождения „центров периферии“ от угнетающего влияния колбочкового прибора, что имеет место при обычных условиях световой адаптации; они оказываются „включенными“, и дальнейшее „падение“ возбудимости приобретает минимальное значение.

В заключение необходимо сделать одно существенное замечание. Мы не имеем в настоящее время фактических данных, которые заставляли бы нас полностью отрицать изменение возбудимости волокон периферического нерва. Наоборот, располагая некоторыми случаями параллельного изменения реобазы и хронаксии, мы скорее склонны допустить наличие таких изменений возбудимости. Однако пестрый результат наших экспериментов, точно так же как и далеко не одно-

образные данные Aсhelis и Merkułow позволяют высказать мысль, что, пользуясь в качестве индикатора активности электрического раздражителя ощущением фосфена, мы предопределяем тем самым результат опыта как комбинацию изменений состояния нерва и центров во время темновой адаптации. Совершенно понятно, что результат не может быть однообразным. Мыслим, например, случай, когда понижение возбудимости нерва (небольшое по своей абсолютной величине) совпадает по времени с функционированием „центров“ центральной части сетчатки, и мы будем иметь случай относительно небольшого падения электровозбудимости с параллельным увеличением и реобазы и хронаксии. Можно представить себе, что изменение возбудимости нерва будет совпадать с переходом к функции „центров“ периферии. Тогда мы получим небольшое увеличение хронаксии и значительное снижение реобазы.

Нет необходимости продолжать дальнейшую схему возможных случаев. Она а priori представляется богатой различными возможностями. Они неизбежны, как только мы станем на точку зрения признания центральных взаимодействий, как одной из основных причин изменений электрической возбудимости в процессе темновой адаптации.

Выводы

1. Значения величин хронаксии периферического неокрашенного фосфена на лицах с непораженным зрительным аппаратом колеблются в среднем от 0,88 до 1,6 и не зависят от наличия или отсутствия фиксации глаза.

2. Реобаза и хронаксия „на свету“ остаются постоянными, при неизменном сопротивлении цепи.

3. В течение темновой адаптации как правило отмечается постепенное увеличение реобазы, достигающее своего максимума к 15—18 минутам.

4. Максимум увеличения реобазы по времени совпадает с моментом перегиба на адаптационной кривой Pireg—Nagel.

5. При переходе от состояния темновой адаптации к условиям пребывания на свету реобаза быстро достигает исходных величин в первые 3—5 минут.

6. Изменения хронаксии в темноте не столь постоянны: из 20 опытов наблюдалось уменьшение в 11, увеличение — в 5 и постоянство — в 4 опытах.

7. Расхождение в изменениях реобазы и хронаксии авторы склонны объяснить тем, что в состоянии темновой адаптации изменение возбудимости происходит не в месте раздражающего действия тока — периферическом нерве, но в центральной нервной системе.

8. Результаты опытов изучения Strength-duration kurve, по мнению авторов, говорят в пользу неизменности хронаксии в течение темновой адаптации.

9. Сопротивление цепи (электроды — испытуемый) в течение опыта нередко падает от 2 до 15% первоначальной величины.

Поступило в редакцию
3 сентября 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Müller, G. E. Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 14. 329. 1897. Он же, Ztschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 65, 274. 1934. — 2. Nagel. Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., Bd. 34., S. 285. 1904. — 3. v. Cords. Arch. f. Ophthalmol., Bd. 67. S. 149.

1907. — 4. Brückner und Kirsch. Ztschr. f. Sinnesphys., Bd. 46, S. 229, 1912. — 5. Lazareff. Pflüg. Arch. Bd. 200, S. 119, 1923. — 6. Verryp. C. r. Soc. d. Biol. 92, 729, 1925. — 7. Achelis und Merkulow. Ztsch. f. Sinnesphysiol., Bd. 60, S. 95, 1929. — 8. Roy. Цит. по Dubois-Reymond Untersuchungen über tierische Elektrizität. — 9. Volta — цит. по Dubois-Reymond (8). — 10. Pfaff — цит. по Dubois-Reymond, (8). — 11. Ritter, Gilbert. Annal. 7. S. 467, 1801. — 12. Purkinje. Beobachtung und Versuch zur Physiol. der Sinnesorgane, Bd. 2, 1825, обе по Müller'y. — 13. Bourguignon, Courland et Dejean. C. r. Soc. de Biol., 94, 753, 1926. — 14. Bourguignon et Dejean. — C. r. Soc. d. Biol., 94, 750, 1926. — 15. Волохов, Гершуни, Дымшиц, Загорулько и Лебединский. Сов. Вестник Офтальмол. т. VI, в. 6, стр. 757. 16. Brücke und Kraepelin. Pflüg. Arch., Bd. 228, S. 267, 1931. — 17. Дионесов, Загорулько и Лебединский. — Физиолог. Журнал СССР. т. XVII, вып. 3, стр. 560, 1934.

VERÄNDERUNGEN DER ELEKTRISCHEN ERREGBARKEIT DES SEHAPPARATES WÄHREND DER DUNKELADAPTATION

Von G. W. Gersuni, A. W. Lebedinsky, A. A. Wolochow und
L. T. Zagorulyko.

Aus dem Physiologischen Institut der Militär-Medizinischen Akademie
(Direktor des Instituts — Akad. L. A. Orbeli)

1. Die Bedeutungen der Werte der Chronaxie des peripherischen ungefärbten Phosphens bei Personen mit nicht geschädigtem Sehapparat schwanken von 0,88 σ bis zu 1,6 σ und hängen von dem Vorhandensein oder Fehlen der Fixation des Auges nicht ab.
2. Die Rheobase und die Chronaxie bleiben bei Licht beständig, bei unverändertem Widerstand der Kette.
3. Im Laufe der Dunkeladaptation wird in der Regel eine allmähliche Vergrößerung der Rheobase beobachtet, deren Maximum gegen 15—18 Min. erreicht wird.
4. Das Maximum der Vergrößerung der Rheobase fällt der Zeit nach mit dem Moment der Umbiegung an der Adaptationskurve von Piper-Nagel zusammen.
5. Beim Uebergang vom Zustand der Dunkeladaptation zu den Bedingungen des Verbleibens am Licht erreicht die Rheobase rasch die Ausgangswerte im Laufe der ersten 3—5-Minuten.
6. Die Veränderungen der Chronaxie im Dunkeln sind nicht so beständig: unter 20 Versuchen wurde eine Abnahme in II, eine Zunahme — in 5 und ein beständiger Wert — in 4. Versuchen beobachtet.
7. Das Auseinandergehen in den Veränderungen der Rheobase und Chronaxie sind die Verfasser geneigt dadurch zu erklären, dass im Zustand der Dunkeladaptation die Veränderung der Erregbarkeit nicht an der Stelle der Reizwirkung des Stromes — im peripheren Nerv, sondern im Zentralnervensystem stattfindet.
8. Die Resultate der Versuche der Untersuchung der Strengthdurationkurve zeugen, nach der Ansicht der Verfasser, zu gunsten der Unveränderlichkeit der Chronaxie während der Dunkeladaptation.
9. Der Widerstand Elektrode-Versuchsperson, — sinkt häufig im Laufe des Versuchs von 20% bis zu 15% der ursprünglichen Grösse.

ВЛИЯНИЕ ЯРКОСТИ НА ПОРОГ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ НА ТЕМНОТУ

В. Г. Самсонова

Из лаборатории физиологической оптики, Государственного оптического института, Ленинград (зав. — проф. Л. Н. Гассовский)

Глубинное восприятие в значительной мере зависит от внешних факторов — яркости и контраста. Вместе с тем никаких количественных измерений зависимости глубинного восприятия от этих факторов, судя по доступной нам литературе, не имеется, за исключением работы Inaba,¹ обнаружившего, что порог стереоскопического восприятия снижается пропорционально логарифму освещенности в условиях световой адаптации, и нашей,² установившей зависимость глубинного восприятия от контраста.

Зависимость порога стереоскопического восприятия от яркости объектов в условиях адаптации к темноте, т. е. совершенно темного окружающего поля, не была подвергнута систематическому изучению. Наблюдения Nagel³, Jaensch⁴ и Zimmermann⁵ и др. дают только качественные указания, не позволяющие сделать заключения о характере этой зависимости.

Описание установки (рис. 1). В качестве объектов были выбраны 2 параллельные друг другу вертикально направленные спицы, окрашенные свинцовыми белилами с коэффициентом отражения в 66%. Одна из них была неподвижна, вторая смещалась по глубине относительно первой. Передвигающаяся спица была скреплена с указателем, скользящим вдоль миллиметровой шкалы, нулевое деление которой находилось против закрепленной спицы. Наблюдению испытуемого, находившегося на расстоянии 5 метров от прибора, были доступны только средние отрезки спиц, видимые под углом в 36,5 по вертикали. Поперечник каждой из спиц был виден под углом в 1,6 мин. Расстояние между спицами сохранялось постоянным, равным 7 мин. Весь прибор помещался в ящике. В этом же ящике находилась осветительная система, состоявшая из двух ламп накаливания, дававших во всем ящике достаточно равномерную освещенность. Постоянство напряжения поддерживалось реостатом и контролировалось вольтметром. Совершенно темный фон получен следующим образом: испытуемый находился в неосвещенной окрашенной в черный цвет кабине и, опираясь лицом на подбородник с наложением, наблюдал спицы через отверстие, сделанное в передней стенке ящика прибора. Задняя стенка ящика была вырезана. К ней была приставлена законченная труба длиной в 1 м. Это давало для заднего фона поверхность, коэффициент отражения которой был практически равен нулю. Таким образом, мы получили светлые объекты на практически совершенно черном фоне, величина которого была равна всему полю зрения.

Освещенность в ящике была равна 1207 люксам, что создавало яркость спиц равной $253,68 \cdot 10^{-4}$ стильба. Эта яркость была измерена двумя приборами: визуальным и объективным люксметрами Гос. оптич. ин-та. Оба прибора дали одинаковые результаты.

Коэффициент отражения был измерен на шаре Тейлора. В процессе работы освещенность в ящике и коэффициент отражения спиц регулярно нами контролировались.

Шкала яркостей была подобрана с помощью нейтральных фильтров, помещавшихся нами на расстоянии 1 метра от испытуемого. Кривая пропускания этих филь-

тров, изготовленных цветовой лабораторией Гос. опт. ин-та, была в средней части спектра близка к горизонтальной линии.

Коэффициент пропускания фильтров был измерен первоначально и контролировался в процессе работы на поляризационном фотометре; он оставался все время неизменным.

Шкала яркостей была подобрана с таким расчетом, чтобы охватить весь интервал от самых слабых и до слепящей яркости в условиях адаптации на темноту. Рассчитывая контрасты по формуле

$$K = \frac{B_o - B_{\phi}}{B_o}, \text{ где } B_o — \text{яркость объекта, } B_{\phi} —$$

яркость фона, K — величина контрастности, мы в нашем эксперименте имели во всех случаях величину контрастности между объектом и фоном $\approx 1,0$, так как яркость фона была настолько мала, что принята нами ≈ 0 .

Имея яркость спиц без фильтров постоянно равной $253,68 \cdot 10^{-4}$ сб., т. е. являющейся, по данным Бленчарда и Ноттинга, уже слепящей в условиях адаптации на темноту, мы, применяя фильтры, получили следующие значения яркостей в стильбах:

$25,37 \cdot 10^{-3}$	$0,16 \cdot 10^{-3}$
$3,8 \cdot 10^{-3}$	$0,04 \cdot 10^{-3}$
$2,2 \cdot 10^{-3}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$
$1,2 \cdot 10^{-3}$	$0,003 \cdot 10^{-3}$
$0,8 \cdot 10^{-3}$	

Предварительный отбор испытуемых проведен теми же методами и в качестве испытуемых отобраны лица с такими же показателями, как и в предыдущей нашей статье.

Методика наблюдений. Испытуемый находился в неосвещенном кабинете в продолжение пяти минут в условиях адаптации на темноту.¹ Затем экспериментатор, осветив спицы, производил смещение одной из них по глубине. Это смещение спицы производилось с учетом времени перемещения со скоростью 20 мм в 1 минуту.

Первый момент замеченного расхождения по глубине отмечался испытуемым сигнальным звонком — однократным, когда правая спица казалась смещенной вперед и двукратным — при смещении назад.

После сигнального звонка свет выключался, спицы снова устанавливались в одной плоскости, и измерение повторялось. Подобное измерение порога стереоскопического восприятия производилось 12 раз, после чего делался получасовой перерыв, и снова производился описанный выше эксперимент с другим фильтром.

Избранный нами метод измерения порога

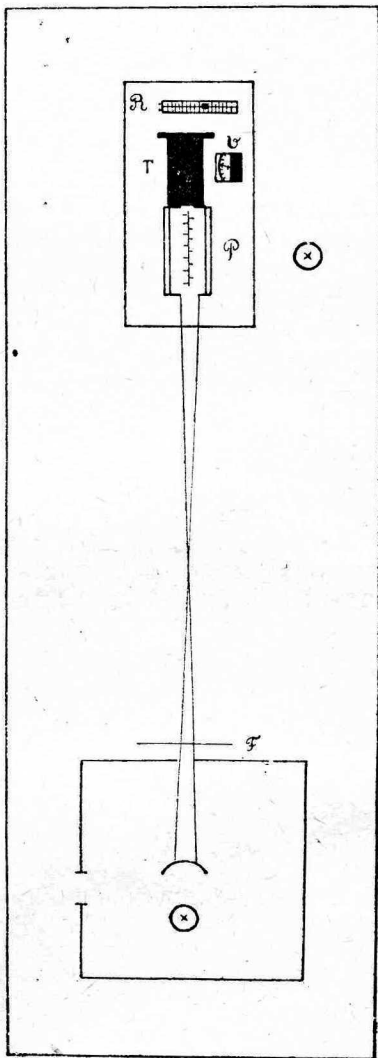


Рис. 1.

¹ Мы остановились на предварительной 5-минутной адаптации, после того как нами было экспериментально установлено отсутствие влияния предварительной темновой адаптации на порог стереоскопического восприятия при заданных нами яркостях. Из приводимой ниже таблицы, составленной на основании 210 измерений на пяти испытуемых видно, что предварительная темновая адаптация в 5, 10, 20 и 30 мин. никакого влияния на порог не оказывала; колебания его лежали в пределах ошибки измерения:

До адаптации порог стереовосприятия	равен 7,8 сек.
После — минут. адаптации порог стереовосприят.	равен 8,0 "
" 10 "	" " " " 7,7 "
" 20 "	" " " " 7,8 "
" 30 "	" " " " 8,7 "

стереоскопического восприятия¹ является достаточно точным; это видно из приводимой ниже таблицы ошибок измерения, составленной для всех применявшихся нами яркостей.

В качестве величины ошибки принято крайнее отклонение от среднего арифметического, полученного на основании 78 отдельных измерений для ряда наблюдателей.

ТАБЛИЦА 1

	Яркость спиц (в стильбах)								
	$253,7 \times 10^{-4}$	38×10^{-4}	22×10^{-4}	12×10^{-4}	8×10^{-4}	$1,6 \times 10^{-4}$	$0,4 \times 10^{-4}$	$0,1 \times 10^{-4}$	$0,03 \times 10^{-4}$
Ошибка измерения (в угловых секундах)	3,54	1,9	1,7	1,2	2,0	2,2	2,1	4,2	6,6

Как видно из этой таблицы, величина ошибки измерения для всех яркостей, за исключением крайних, весьма невелика и колеблется в пределах 2 сек.

Ошибка измерения возрастает при очень больших и очень малых яркостях, что и понятно, так как сама величина порога при этих яркостях очень сильно увеличивается.

Результаты работы

Излагаемые ниже итоги работы получены в результате четырехдневного эксперимента на 13 испытуемых, каждый испытуемый исследовался в течение четырех экспериментальных дней. В течение одного экспериментального дня на испытуемом проводились измерения порога при девяти различных яркостях спиц по 12 измерений на каждой яркости. Таким образом, каждая точка приводимой ниже кривой получена в результате 624 отдельных измерений; всего сделано 5616 измерений.

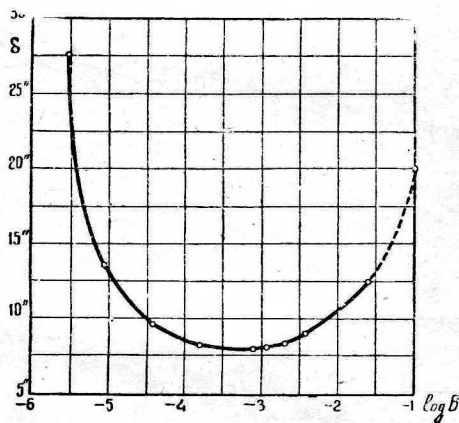


Рис. 2.

В приводимой ниже кривой по оси абсцисс отложены логарифмы яркостей спиц (абсолютные значения их даны в разделе техники эксперимента), по оси ординат — порог стереоскопического восприятия в секундах.

Как видно из кривой, в условиях темновой адаптации в довольно широком интервале яркостей объектов мы получаем одинаковый и притом наиболее низкий порог стереовосприятия; при яркости объектов от $3 \cdot 8 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-3}$ сб. он равен 9—10 сек., коле-

¹) Порог стереоскопического восприятия рассчитывался нами по формуле

$$\delta = \frac{b \cdot Dd}{D^2} 206\,000,$$

где δ — порог стереовосприятия в секундах,

b — расстояние между зрачками,

Dd — наименьшая ощутимая разность дистанций между объектами,

D — расстояние от испытуемого до объекта.

бания порога — лежат в пределах ошибки измерения. Следовательно мы можем считать, что, несмотря на весьма значительное изменение яркости в указанных пределах, порог в этих пределах не меняется. Вне этого интервала яркостей порог быстро повышается как в ту, так и в другую сторону.

Любопытно отметить, что подъем кривой происходит в обе стороны примерно одинаково круто.

Первая точка кривой соответствует очень малой яркости $3 \cdot 10^{-6}$ св. Как видно из кривой, при этой яркости мы имели глубинное восприятие несмотря на то, что освещенность на сетчатке в этом случае была ниже порога центрального восприятия. Иными словами, мы наблюдали стереоскопический эффект периферическим зрением. Это вполне совпадает с наблюдениями Nagel,¹ получившего на темноадаптированном глазу при освещении, лежащем ниже центрального порога, ясный стереоэффект (равный при пороговой величине 39 сек.).

Линия, соединяющая 2 последние точки, проведена пунктиром, так как наблюдения для последней точки были сделаны только над тремя испытуемыми. Последние 2 точки соответствуют весьма значительным яркостям, являющимися слепящими в условиях темновой адаптации, в какой проводились наши эксперименты. Резкое повышение порога при больших яркостях может быть объяснено с точки зрения работ лаборатории акад. Л. А. Орбели как явление торможения центрального аппарата ретины периферическим.

Резкое повышения порога стереовосприятия, т. е. ухудшение стереоскопического восприятия при больших и малых яркостях находится в согласии со сделанными ранее работами Jaensch и Zimmermann. Хотя задачи работ и применявшиеся ими методы исследования были другими и давали только качественные результаты, но из них можно усмотреть такие же зависимости. Оба автора работали с призмой, составленной из 3 нитей и рассматривавшейся в условиях разных освещенностей.

При очень больших и малых освещенностях телесность призмы, т. е. стереоскопичность восприятия, уменьшалась.

В некотором противоречии с нашими результатами находятся работы Inaba, получившего снижение порога пропорционально логарифму освещенности. Это противоречие вполне объяснимо тем, что эксперимент велся в условиях световой адаптации.

В центральной части нашей кривой мы имеем резко выраженный оптимум стереоскопического восприятия в довольно широком интервале яркостей, что очень важно в практическом отношении.

Величина порога стереоскопического восприятия при различной яркости объектов может удовлетворительно получаться по следующей эмпирической формуле, рассчитанной на основании приведенной выше кривой:

$$\delta = 0,0165 (\lg B - \lg B_{\max})^2 + \delta_{\max},$$

где $\lg B_{\max} = -3$
 $\delta_{\max} = 8''$

Как уже упоминалось, нами учитывалась ошибка испытуемого в определении направления движения объекта, в приводимой ниже таблице 2 дается величина этих ошибок в процентах, полученная для каждой из применявшихся нами яркостей.

¹ Яркость последней точки не упомянута при описании шкалы яркости, она была равна 1,0 св.



ТАБЛИЦА 2

	Яркость спиц (в стильбах)								
	$253,7 \times 10^{-4}$	38×10^{-4}	22×10^{-4}	12×10^{-4}	8×10^{-4}	$1,6 \times 10^{-4}$	$0,4 \times 10^{-4}$	$0,1 \times 10^{-4}$	$0,03 \times 10^{-4}$
Ошибка (в %)	3,1	8,0	7,7	5,3	4,5	10,3	14,0	19,4	7,3

Как видно из таблицы, процент ошибок в определении направления движения объекта невелик, — не превышает 19% для очень малых яркостей и уменьшается до 3% при больших яркостях. Это указывает на довольно высокую точность нашей методики.

Необходимо отметить, что у отдельных испытуемых характер зависимости порога стереовосприятия от яркости был такой же, что и в приведенной выше кривой (рис. 2).

В приводимой ниже таблице 3 для каждого наблюдателя дается порог стереоскопического восприятия в секундах для девяти различных яркостей. Величина порога получена для каждого наблюдателя как средняя арифметическая из данных для всех экспериментальных дней и отдельных измерений.

ТАБЛИЦА 3

№№ испытуемых	Яркость в стильбах								
	$25,4 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,04 \times 10^{-3}$	$0,01 \times 10^{-3}$	$0,03 \times 10^{-3}$
1	25,1	12,3	11,1	11,5	11,8	12,1	18,6	33,8	38,3
2	6,4	5,0	5,6	7,2	5,7	4,8	5,2	15,0	56,6
3	12,5	9,2	8,7	8,3	8,1	5,7	10,0	17,1	28,4
4	18,8	13,2	9,9	8,3	6,6	6,4	8,4	8,3	16,7
5	17,0	13,0	9,9	10,2	10,1	6,9	4,9	14,7	—
6	12,5	12,0	10,0	8,3	9,2	9,9	7,0	10,3	14,5
7	7,0	7,4	6,6	5,7	6,1	6,0	8,0	11,3	17,8
8	9,7	8,2	6,5	6,6	7,3	6,7	8,6	11,2	21,8
9	8,4	9,1	10,6	7,3	7,8	7,6	7,3	12,7	26,3
10	17,9	8,8	8,8	7,7	4,3	9,6	11,2	12,1	—
11	17,5	9,7	9,9	9,1	8,6	9,9	9,6	15,3	19,3
12	10,3	9,2	8,1	8,8	8,9	9,2	8,4	17,0	36,3
13	12,2	12,3	11,3	10,0	8,4	11,5	13,7	38,9	—

Мы видим, что характер зависимости у отдельных наблюдателей подтвержден лишь незначительным индивидуальным колебанием; основная же тенденция закономерности сохраняется и у отдельных наблюдателей.

Существенным является выяснение зависимости порога стереоскопического восприятия от изменения освещенности на сетчатке.

Как известно, последняя измеряется в фотонах,¹ рассчитываемых по формуле

$$E_{\text{фотонов}} = \frac{B}{10^{-4}} \cdot S$$

¹ Фотон — единица освещенности на ретине, когда глаз с искусственным зрачком в-1 мм² смотрит на поле, яркость которого = 1,10 стильба.

где B — яркость поля в стильбах.

S — площадь зрачка в мм^2 , соответствующая данным условиям наблюдения.

На основании данных, полученных Н. И. Пинегиным, диаметр зрачка зависит не только от яркости поля, но и от величины фиксируемого поля. Эта зависимость диаметра зрачка от величины поля была изучена Н. И. Пинегиным для круглых полей. Если принять, что диаметр зрачка одинаков при фиксации объектов — спиц и круга, равного им по площади, при условии равенства их яркостей, то произведя соответственный расчет по приведенной выше формуле освещенности на сетчатке в фотонах, мы получаем таблицу зависимости освещенности на сетчатке от яркости объектов при соответственном диаметре зрачка (см. табл. 4). Величина диаметра зрачка взята из работы Н. И. Пинегина.

Отложив на оси ординат логарифмы величины освещенности на сетчатке, выраженные в фотонах, а логарифмы заданных нами яркостей объектов на оси абсцисс, мы получим линейную зависимость.

Н. И. Пинегиным, диаметр поля, но и от величины фикси-

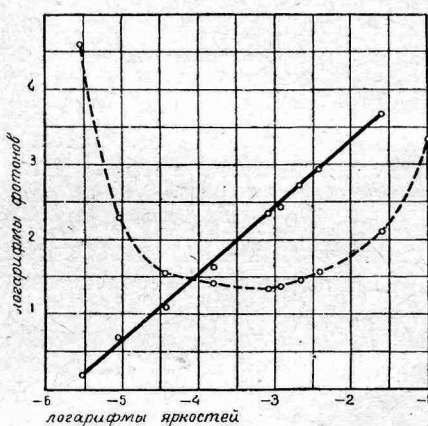


Рис. 3.

ТАБЛИЦА 4

	Яркость в сб.								
	$2,5 \times 10^{-2}$	38×10^{-3}	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	8×10^{-4}	$1,5 \times 10^{-4}$	4×10^{-5}	9×10^{-6}	3×10^{-6}
Диаметр зрачка.....	4,8	5,3	5,35	5,38	5,7	5,8	6,3	8,17	8,2
Фотоны.....	4 520	840	495	240	205	40	12,5	5	1,5

Наложив на эту кривую, кривую зависимости порога стереовосприятия от яркости объекта (последняя дается в виде пунктирной линии), мы получим следующее. В то время как освещенность на сетчатке возрастает с 10 до 1000 фотонов, порог стереовосприятия остается почти неизменным, меняясь только тогда, когда величины освещенности на сетчатке в условиях темновой адаптации при поле зрения в 10,1 (рис. 3), достигают величин лежащих вне этих пределов.

Таким образом мы получили зависимость порога стереоскопического восприятия от яркости объектов в условиях адаптации к темноте для всего интервала яркостей от самых слабых до слепящих. Полученные результаты являются достаточно достоверными, так как и число наблюдателей и число отдельных измерений было достаточно велико.

Необходимо в заключение отметить, что обнаруженная зависимость может считаться достоверной только для объектов заданных нами угловых размеров при условии наблюдения их в условиях адаптации на темноту.

Выводы

1. Систематически исследована зависимость порога стереовосприятия от яркости объектов наблюдения в интервале яркостей от $254 \cdot 10^{-4}$ сб. до $0,03 \cdot 10^{-4}$ сб. в условиях адаптации к темноте.
2. Кривая зависимости дает оптимум стереовосприятия в интервале яркостей от $38 \cdot 10^{-4}$ сб. до $0,4 \cdot 10^{-4}$ сб., в пределах которого порог изменяется мало. Этому соответствуют освещенности на сетчатке от 10 до 1000 фотонов.
3. По обе стороны от этого оптимума начинается резкое повышение порога в сторону как больших так и малых яркостей.
4. Стереовосприятие наблюдается в области периферического зрения.

Поступило в редакцию
18 мая 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Inaba. Zbl. f. d. g. Opht. 1932, S. 608. — 2. В. Г. Самсонова и Ф. И. Симоненко. Физиол. журн. СССР, т. XIX, вып. 3, 1935. — 3. W. A. Nagel. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 27, 1902. — 4. Früböse und Jaensch. Zeitschrift für Biologie, Bd. 78, H. 1—2, 1917, S. 273. — 5. Zimmermann. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane Bd. 78, 1917, S. 273. — 6. Пинегин. Н. И. Третья конференция по физиолог. оптике, 1935.

WIRKUNG DER GRELLHEIT AUF DIE SCHWELLE DER STEREOSKOPISCHEN WAHRNEHMUNG UNTER DEN BEDINGUNGEN ADAPTION ZUR DUNKELHEIT.

Von W. G. Samsonowa

Aus dem Laboratorium der Physiologischen Optik des Staatlichen Optischen Instituts, Leningrad (Vorstand—Prof. L. N. Gassowski)

1. Es wurde eine systematische Untersuchung der Abhängigkeit der Stereoperzeptionsschwelle von der Helligkeit der Beobachtungsobjekte in einer Intervalle der Crellheiten von $254 \cdot 10^{-4}$ sb. bis zu $0,03 \cdot 10^{-4}$ sb. in den Bedingungen der Adaptation zur Dunkelheit.
2. Die Abhängigkeitskurve ergibt das Optimum der Stereo-Wahrnehmung in einer Intervalle der Helligkeit von $38 \cdot 10^{-4}$ sb. bis $0,4 \cdot 10^{-4}$ sb. in daran Grenzen sich die Schwelle wenig verändert. Diesem entsprechen Beleuchtungsgrade auf der Retina von 10 bis zu 1000 Photonen.
3. Zu beiden Seiten von diesem Optimum beginnt ein scharfer Anstieg der Schwelle zur Seite sowohl der grossen, als auch der kleinen Helligkeiten.
4. Die Stereowahrnehmung wurde im Gebiet des peripheren Sehens beobachtet.

ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРМЫ ОБЪЕКТА НА СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ

В. Г. Самсонова

Из лаборатории физиологической оптики Гос. оптич. ин-та (зав. — проф. Л. Н. Гасовский), Ленинград

Задачей настоящей работы является выяснение влияния формы объекта на порог стереоскопического восприятия.

Обычно порогом стереоскопического восприятия называется минимальное, отмечаемое наблюдателем, расхождение объектов по глубине, выраженное в угловой мере. При этом форма объекта рассматривается как сложный комплекс, отдельные элементы которого (длина периметра, величина площади, взаимное расположение контуров объекта, т. е. соотношение сторон и углов, под которыми видны отдельные детали объекта, угловые размеры объекта) могут иметь свое особое влияние на порог стереоскопического восприятия. Мы применили аналитический подход к рассмотрению формы, расчленив ее на отдельные элементы — потому, что эти элементы могут влиять в противоположном направлении, и общий результат может оказаться неопределенным. Известные нам литературные данные по вопросу о зависимости глубинного восприятия от формы объекта ограничиваются работами Waechter и Pulfrich, которым не удалось подметить чего-нибудь определенного в этом направлении.

Противоречивыми являются и результаты исследований по вопросу о влиянии формы объекта на плоскостные восприятия. Эта противоречивость результатов легко объясняется тем, что влияние „формы“ складывается из влияния отдельных ее элементов, могущих действовать в противоположных направлениях.

Поэтому наше исследование мы построили таким образом, чтобы на полученном экспериментальном материале можно было изучить влияние отдельных элементов формы объекта на порог стереоскопического восприятия. Взяв одну постоянную — общий диаметр объекта¹ мы на 22 парах объектов самой различной формы провели серию наблюдений с 25-ю испытуемыми. Полученный материал мы обработали в направлении выяснения влияния отдельных элементов формы на порог стереоскопического восприятия. В излагаемой работе рассмотрена зависимость порога стереовосприятия от:

- 1) длины периметра;
- 2) отношения вертикального и горизонтального размеров объекта;
- 3) числа заострений объекта;
- 4) величины площади объекта.

¹ Под общим диаметром понимается максимальное поперечное расстояние между крайними точками объектов, выраженное в угловой мере.

Эти зависимости рассмотрены в условиях чистого эксперимента методом единственного различия. При таком изучении последовательно меняется только тот из составляющих форму элементов, в связи с которым исследуется порог стереовосприятия. Все остальные элементы формы при этом то остаются постоянными, то меняются.

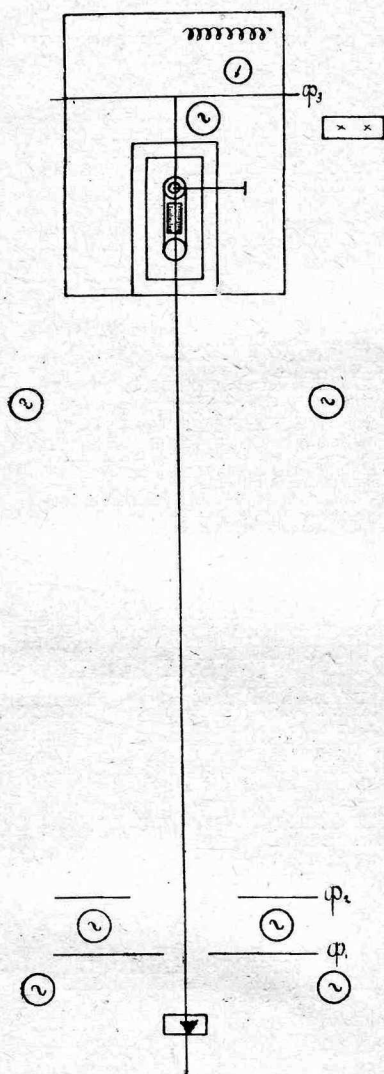


Рис. 1.

Методика и техника эксперимента

Испытуемый находился в отдельной кабине, голова его фиксировалась подбородником с налобником, с помощью которых глаза испытуемого находились в одной горизонтальной плоскости с объектами наблюдения.

Объекты измерения, подробное описание которых дано ниже, были покрыты черной матовой краской с коэффициентом отражения 8%. Они находились в центре белого фона, с коэффициентом отражения 76% (коэффициенты отражения промерены на шаре Тейлора). При заданной нами освещенности в 220 люксов при соответственном перерасчете на яркость фона, составлявшего $53 \cdot 10^{-4}$ сб и объектов $5,9 \cdot 10^{-4}$ сб, давало постоянную величину контрастности между фоном и объектами в 0,9. Величина контрастности рассчитана по формуле

$$K = \frac{B_{\phi} - B_o}{B_{\phi}}$$

где K — величина контрастности,
 B_{ϕ} — яркость фона в стильбах,
 B_o — яркость объекта в стильбах.

Величина поля фона была равна 120° по горизонтали и 100° по вертикали. Столь значительные размеры поля фона были получены нами созданием фона ступенчатого по глубине, как это видно из прилагаемой схемы (рис. 1).

В центре первых двух фонов были сделаны отверстия соответственно увеличивающегося диаметра. Через эти отверстия и наблюдались объекты. Яркость фонов и объектов была достаточно равномерна и одинакова, колебания не превышали 5 — 7%. Их величина находилась в пределах ошибки измерения люксметра Гос. оптич. ин-та, которым и были осуществлены все предварительные и контрольные измерения яркости фонов.

Как видно из схемы, перед каждым фоном находилось по 2 осветителя (софита) с укрепленными в них матовыми лампами накаливания. Софиты были покрыты калькой. Постоянство напряжения в сети регулировалось реостатами и контролировалось вольтметром. Все наблюдения проведены в условиях постоянных яркости и контрастности.

Объекты наблюдения были укреплены на стержнях, выкрашенных в краску почти того же коэффициента отражения, что и фон. Эти стержни вкладывались в металлические гнезда, одно из которых перемещалось по глубине вдоль 400-миллиметровой шкалы прибора.

Нулевое деление шкалы прибора находилось на расстоянии 500 см от испытуемого. Система отверстий в фонах была построена так, что испытуемый не видел прибора, а наблюдал только объекты; стержни, на которых были укреплены объекты, не были видны испытуемому, так как сливались с фоном. Объекты наблюдались испытуемым только в момент непосредственного измерения, все остальное время отверстие второго фона было закрыто пластинкой с тем же коэффициентом отражения, что и фон. На столе перед испытуемым находилась звонковая кнопка, соединенная с лампочкой, находившейся перед экспериментатором. Она служила для сигнализации, изменявшейся испытуемым при различении.

Все объекты, за очень небольшим исключением, имели тот общий признак, что наибольшая диагональ каждого из них была видна под углом в 15 мин.; расстояние между ними всегда было равно 7 мин. Были применены объекты следующей формы: восьмиконечная звезда (рис. 2), в 4 вариантах (рис. 2 №№ 1, 2, 3, 4), пятиконечная звезда в 3 вариантах (рис. 2 №№ 5, 6, 7), ромб в 4 вариантах (рис. 2 №№ 8, 9, 10, 11), квадрат в 3 вариантах (рис. 2 №№ 12, 13, 14), треугольник в 3 вариантах (рис. 2 №№ 15, 16, 17), прямоугольник в 3 вариантах (рис. 2 №№ 18, 19, 20), кружок (рис. 2 № 21) и прямоугольник (рис. 2 № 22), 3 стороны которого были ограничены спереди диафрагмой; всего было 22 пары объектов различной формы. В эксперименте сравнивались всегда 2 объекта одинаковой формы.

На рис. 2 и табл. 1 даны: — вид каждого из применявшихся нами объектов, — его подробная характеристика. Номера в рис. 2 соответствуют порядковым номерам первой вертикальной графы таблицы 1. Так, например, объект № 4 (рис. 2) — восьмиконечная звезда с минимальным вырезом между остриями; в табл. 1 — характеристика этой звезды дана под № 4 — в четвертой горизонтальной графе таблицы. Под этими номерами объекты упоминаются во всем дальнейшем изложении.

Как видно из этой таблицы, общая максимальная диагональ объекта сохраняется постоянной. Исключение представляют круг, — его диаметр равен 14 мин., — и треугольники — их диаметр меняется: у фигуры № 15 он равен 8 мин.; у фигуры № 16 он равен 16 мин., у фигуры № 17 он равен 24 мин. Отдельные детали объектов: основание заострений, длина каждой стороны,

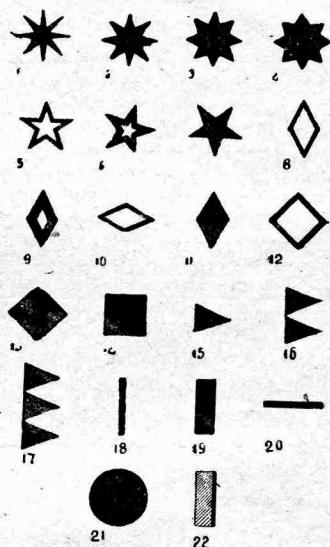


Рис. 2.

ТАБЛИЦА 1

Объекты №№	Длина периметра в мм	Величина площ. в мм	Общий диа- метр в углах ¹	Длина стороны в мм		Ширина образующ. контура		Основание заострений		Расстояние между кон- цами	
				внеш- няя	внут- ренн.	в мм	в уг- лов. разм.	в мм	в уг- лов. разм.	в мм	в уг- лов. разм.
1	128,0	121,9	15'	8,0	—	—	—	3,0	2'	9,0	6'
2	112,0	170,14	15'	7,0	—	—	—	4,0	3'	9,0	6'
3	96,0	220,1	15'	6,0	—	—	—	5,0	4'	9,0	6'
4	80,0	233,0	15'	5,0	—	—	—	5,5	4'	9,0	6'
5	133,0	73,58	15'	8,0	5,3	2,0	2'	6,0	—	13,0	9'
6	117,0	146,02	15'	8,2	3,5	3,5	3'	6,0	4'	13,0	9'
7	85,0	176,01	15'	8,5	—	—	—	5,5	4'	14,0	10'
8	81,8	69,2	15'	12,3	8,0	2,0	2'	11,0	8'	—	—
9	72,8	100,1	15'	12,5	5,7	3,5	3'	11,6	8'	—	—
10	80,0	65	15'	12,0	8,0	2,0	2'	11,0	8'	—	—
11	48,0	115,5	15'	12,0	—	—	—	11,0	8'	—	—
12	115,2	92,16	15'	16,0	12,8	2,0	2'	—	—	—	—
13	62,0	240,25	15'	15,5	—	—	—	—	—	—	—
14	62,0	240	15'	15,5	—	—	—	—	—	—	—
15	37,5	63,8	8'	12,5	—	—	—	11,5	8'	—	—
16	75,0	127,6	16'	12,5	—	—	—	11,5	8'	—	—
17	112,5	191,4	24'	12,5	—	—	—	11,5	8'	—	—
18	47	34,9	15'	21,8	—	—	—	—	—	—	—
19	65,4	237,53	15'	21,8	—	—	—	—	—	—	—
20	47	34,9	15'	21,8	—	—	—	—	—	—	—
21	63,4	320,3	14'	—	—	—	—	—	—	—	—
22	22	242	15'	22	—	—	—	—	—	—	—

¹ Для объектов, имеющих несколько различных диагоналей, дается величина угла, под которым видна максимальная их диагональ.

ширина образующего поперечного размера, расстояние между концами¹ были значительно выше порога различения. В самой мелкой детали — ширина образующего поперечного размера была не ниже 2 мин., и поэтому все детали были четко различимы испытуемыми.

Объекты №№ 5, 6, 8, 9, 10 и 12 были изготовлены не сплошными, а ажурными, так что внутренний вырез по форме полностью повторял внешний контур. Таким образом, форма этих объектов была образована полосой, имевшей от 2,0 до 3,5 мм ширины.

Каждая пара объектов за исключением последней (объект № 22) была видна целиком через отверстия, сделанные в передних фонах. Объект № 22 располагался так, что часть площади обоих прямоугольников была закрыта специальной диафрагмой, позволявшей наблюдателю видеть только часть площади прямоугольников и их обращенные друг к другу внутренние стороны (рис. 3).

Поэтому для этих объектов длина периметра принимается равной длине их внутренних сторон.

Методика эксперимента заключалась в следующем: испытуемый до начала наблюдения адаптировался в течение 5 минут на яркость фона (отверстие 2-го фона было

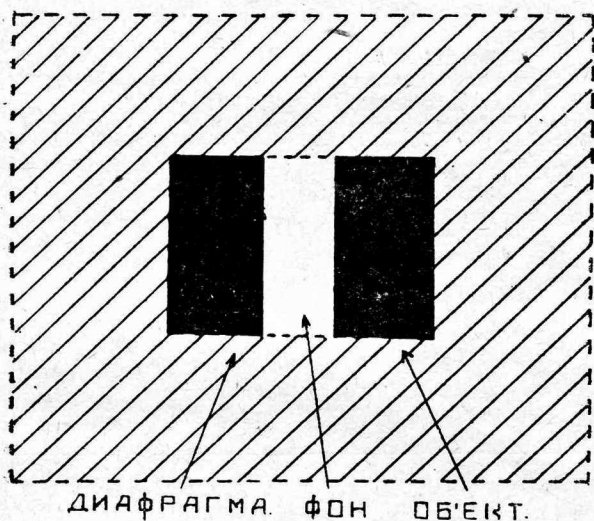


Рис. 3.

в это время закрыто, и объекты не были видны испытуемому). Затем пластинка открывалась, и производилось измерение порога стереоскопического восприятия для одной из форм объектов путем введения объектов из одной плоскости. Выведение производилось с учетом времени перемещения объектов по глубине; они двигались со скоростью 20 мм в 1 мин. Испытуемый нажатием звонковой кнопки сигнализировал первое замеченное расхождение по глубине, причем он отмечал также и направление смещения объекта. После сигнала пластинка 2-го фона закрывалась, объекты снова сводились в одну плоскость, и измерение повторялось. С каждой парой объектов делалось от 6 до 12 измерений — подряд. Между рассмотрением каждой пары объектов испытуемому предоставлялся получасовой перерыв для отдыха. Порог стереовосприятия каждой пары объектов повторно исследовался на одном испытуемом 4-кратно в разные дни. Всего в эксперименте участвовало 25 человек. Данные, полученные за первый день работы испытуемого, не включались в обработку.

Обработка наблюдений проведена следующим образом: полученные по шкале прибора данные в мм переводились нами в секунды по формуле

$$\delta = \frac{B \cdot d \cdot D}{D^2} 200\,000 \quad (1)$$

где δ — порог стереоскопического восприятия в секундах,
 B — расстояние между зрачками,
 dD — наименьшее осязаемое испытуемым расстояние между объектами,
 D — расстояние от испытуемого до объекта.

Из отдельных измерений величины порога стереовосприятия взята средняя арифметическая для каждого экспериментального дня, а из средних арифметических для каждого экспериментального дня получена средняя арифметическая из 4-х экспериментальных дней для каждого испытуемого. Таким образом в приводимых ниже таблицах и кривых даются средние арифметические величины для отдельных испытуемых из всех дней и измерений и сводные данные для всех испытуемых. Подобную обработку мы считаем наиболее целесообразной, так как таким путем устраняются случайные отклонения и выявляются наиболее резко закономерные для каждой исследуемой

¹ a — длина стороны, b — ширина образующего контура, φ — основание заострений, z — расстояние между концами, d — общий диаметр (максимальная диагональ).

величины зависимости. Этот метод применен также и потому, что, несмотря на индивидуальные отличия, ход кривых у отдельных испытуемых в основном одинаков.

В табл. 2 дается ошибка измерения в секундах для каждого объекта отдельно, так как точность измерения на разных объектах была различна. В качестве ошибки взята абсолютная величина среднего отклонения от средней арифметической из 60 отдельных измерений ряда испытуемых для каждого объекта.

Мы применяем подобный метод подсчета ошибки измерения, исходя из следующих соображений: ошибка измерения получается, как за счет установок, так и за счет испытуемых, поэтому для определения ее необходимо брать не одного испытуемого, а ряд их и затем уже высчитывать среднюю ошибку, полученную для многих наблюдателей, как это и сделано в табл. 2.

В вертикальной графе таблицы даны порядковые номера объектов согласно табл. 1; во II графе — ошибка измерения в секундах

ТАБЛИЦА 2

№№ объектов	Ошибка измерения (в секундах)	№№ объектов	Ошибка измерения (в секундах)
1	0,97	12	1,52
2	1,45	13	1,72
3	1,25	14	1,7
4	1,22	15	1,42
5	1,97	16	1,65
6	1,83	17	1,47
7	1,80	18	1,0
8	1,40	19	1,0
9	1,45	20	2,7
10	1,80	21	1,2
11	1,57	22	3,5

Средняя ошибка 1,5.

Как видно из этой таблицы, мы получили колебания ошибки измерения на разных объектах в пределах от 1,0 до 2,0 сек., средняя ошибка для всех объектов = 1,5 сек.

Помимо определения ошибки измерения, о точности примененного нами метода можно судить по числу ошибок в определении направления движения объекта. Как уже упомянуто, испытуемый, помимо расхождения объектов по глубине, отмечал также и направление перемещения правого объекта вперед или назад.

В табл. 3 дается процент ошибок в определении направления движения объектов сделанного всеми испытуемыми на каждом из объектов (последние обозначены под №№ согласно табл. 1).

ТАБЛИЦА 3

№№ объектов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Средняя ошибка
Ошибка в определении направления движения объекта (в %) . . .	7,0	9,9	4,5	4,5	3,5	3,4	3,5	2,4	2,8	3,4	5,3	4,0	3,5	2,7	2,0	4,0	2,6	2,3	0,5	10,0	6,0	7,2	4,3%

Как видно из этой таблицы, средняя ошибка в определении направления движения объекта весьма невелика — 3,4%. Следовательно, в среднем в 95,7% отсчетов испытуемый четко различал при отсчете расхождение объектов по глубине. Столь

малая ошибка в определении направления движения объекта и незначительная ошибка измерения позволяют считать избранную нами методику достаточно точной и излагаемые ниже результаты работы достаточно достоверными.

Зависимость порога стереоскопического восприятия от длины периметра объектов

Из полученного нами экспериментального материала в наиболее чистом виде зависимость могла быть выявлена для объектов, имеющих форму восьмиконечной звезды. Длина периметра этих объектов увеличивалась за счет углубления вырезов между остриями, при неизменном общем диаметре объекта и сохранении постоянства остальных элементов формы, за исключением величины площади объектов, не оказывающей, как это видно из дальнейшего изложения, влияния на порог стереовосприятия.

Детальная характеристика объектов дана в табл. 1, где номерами 1, 2, 3 и 4 обозначены восьмиконечные звезды. Звезда № 1 была с наиболее глубоким вырезом и, следовательно, с наибольшей длиной периметра, а звезда № 4 — с самым малым вырезом между остриями и, следовательно, с наименьшей длиной периметра.

Мы получили вполне определенную зависимость порога стереоскопического восприятия от длины периметра объектов. В табл. 4 даны средние арифметические для каждого испытуемого из 4 экспериментальных дней:

ТАБЛИЦА 4

№№ испытуемых	Восьмиконечная звезда			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1	6,8	8,4	9,2	10,5
2	9,1	10,5	13,4	14,1
3	5,2	6,1	5,7	6,2
4	4,1	5,7	6,7	7,4
5	4,9	6,1	6,6	7,0
6	8,8	9,5	11,7	13,9
7	5,2	5,9	6,7	7,7
8	5,6	7,2	7,3	9,0
9	4,9	6,6	6,9	7,6
10	2,9	4,0	4,6	4,4
11	3,1	5,1	3,8	5,7
Средняя	5,5	6,8	7,5	8,6

Порог стереоскопического восприятия дан в секундах согласно формуле (1). Как видно из этой таблицы, величина его непрерывно повышается с уменьшением длины периметра.

С увеличением длины периметра объекта величина порога стереоскопического восприятия понижается, т. е. острота стереоскопического зрения улучшается.

Абсолютные значения порога у отдельных испытуемых различны, также как различна и степень зависимости порога стереовосприятия от изменения длины периметра для разных испытуемых, но самое наличие этой зависимости имеет место у всех испытуемых. Построив кривую, где по оси абсцисс отложена длина периметра в мм, а по оси ординат — величины порога в секундах, мы получили линейную зависимость порога стереовосприятия от длины

периметра объектов. Кривая (рис. 4) построена на основании средне-арифметического для всех испытуемых из всех экспериментальных дней и отдельных измерений.

Как видно из этой кривой, при увеличении длины периметра на 60%, его первоначального значения, мы получили понижение порога стереоскопического восприятия на 56% первоначального значения.

Таким образом в этой серии опытов изменялась только длина периметра и площадь объектов, все же остальные элементы, составляющие форму, изменялись мало. Мы могли получить данные для выявления влияния длины периметра на порог стереоскопического восприятия, взяв все объекты независимо от их формы и расположив их соответственно длине их периметра. Разнообразие формы объектов должно было дать значительную разбросанность точек кривой, так как помимо длины периметра — порог стереовосприятия зависит от других элементов формы. Однако большое разнообразие формы

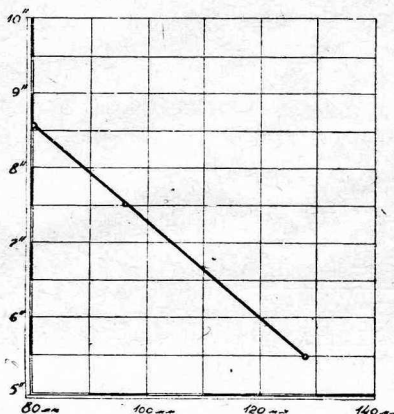


Рис. 4.

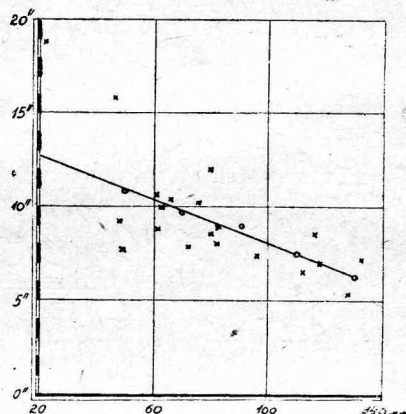


Рис. 5.

объектов при заданном постоянстве их диаметра позволило считать вероятным, что остальные элементы формы оказали на порог стереоскопического восприятия взаимно уравновешивающее влияние и что в качестве среднего результата из всех опытов мы получим такой же линейный закон, связывающий длину периметра и порог стереовосприятия. В приводимой ниже кривой (рис. 5), построенной на основании 10 000 измерений из всех экспериментальных дней для всех испытуемых на 20 парах объектов, по оси абсцисс отложена длина периметра в мм, по оси ординат — порог стереовосприятия в секундах.¹

Кривая № 5 получена следующим образом: каждый крестик соответствует 500 отдельным измерениям, проведенным на одном из 20 объектов. Благодаря влиянию других элементов формы (отношения вертикального и горизонтального размеров объекта и др.), точки сильно разбросаны. Ось абсцисс разделена на участки по 20 мм. Для всех точек, попавших на этот интервал, подсчитывалась средняя ордината, которая и обозначена кружком. Через эти кружки проведена линия, оказавшаяся прямой.

¹ Подробную характеристику объектов см. в табл. 1. В построение кривой включены все объекты табл. 1, за исключением объектов № 15 и 17, как не удовлетворявших основному условию эксперимента — величина их общего размера значительно отличалась от 15'.

Эта прямая отложена по точкам, полученным таким образом в интервале от 40 до 140 мм; в интервале же от 20 до 50 м прямая проведена методом экстраполяции, так как точка, лежащая в ней и попавшая на 18,9 сек., не может быть учитываема. Как уже упоминалось, это объект № 22, на котором эксперимент проведен в условиях отличных от всех остальных применением специальной диафрагмы, и столь высокий порог может быть отнесен частично за счет трудности условий наблюдения этого объекта. Перекрещивающиеся влияния различных условий для каждого отрезка оси абсцисс уравновесили друг друга, и закономерность для всех случаев нашла свое выражение в той же форме, что и для узкой группы измерений, в которых варьировался только один элемент, а именно — длина периметра.

Для количественной оценки степени достоверности существования зависимости между периметром и порогом стереовосприятия, полученной на кривой рис. 5, вычислен коэффициент корреляции для этой кривой по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum (l - a)(\Delta - b)}{\sqrt{[\sum (l - a)^2][\sum (\Delta - b)^2]}}$$

где $a = \frac{\sum l}{n}$ — среднее значение периметра — l

$b = \frac{\sum \Delta}{n}$ — среднее значение порога — Δ .

При подсчете получены следующие значения:

$$a = 79,6 \text{ мм}$$

$$b = 9,5 \text{ "}$$

$$\sum (l - a)(\Delta - b) = -1269,5$$

$$\sqrt{[\sum (l - a)^2][\sum (\Delta - b)^2]} = 1780$$

$$\text{коэффициент корреляции } r = \frac{-1269,5}{1780} = -0,72$$

Как видно из кривой № 5 и из величины коэффициента корреляции, мы получили достаточно резко выраженную линейную зависимость порога стереоскопического восприятия от длины периметра объектов. Таким образом мы можем считать, что при небольших угловых размерах объекта постоянного диаметра при самых разнообразных формах объекта мы получаем линейную зависимость порога с длиной периметра объекта: чем больше длина периметра, тем ниже порог стереоскопического восприятия.

Физиологическое объяснение полученной зависимости следует, повидимому, искать в специфических законах связи возбуждения сетчатки от времени ее раздражения. Как известно, возбуждение сетчатки потоком лучистой энергии постоянной интенсивности не является постоянным во все время раздражения, но затухает. В первые моменты раздражения стимул оказывается относительно более интенсивным, чем в последующее время.

Но так как глазное яблоко совершает частые и непрерывные колебания, то изображение объекта не находится все время на одних и тех же элементах сетчатки, но непрерывно незначительно смещается. Это смещение изображения, конечно, весьма мало, поэтому при не очень малых угловых размерах фиксированного объекта это смещение будет происходить только по контурам объекта.

Следовательно, мы должны получать нарастающее во времени расхождение интенсивности возбуждения тех элементов сетчатки, где изображение будет попадать на новые элементы сетчатки (в силу движений глазного яблока) и тех элементов, где изображение будет

находиться на одних и тех же элементах, отчего контуры объекта должны оказывать более существенное влияние на восприятие, чем остальная площадь объекта.

По контурам это возбуждающее действие должно быть всегда равно первоначальному и, следовательно, предельно интенсивному, для всей же остальной площади оно должно постепенно ослабевать. Следовательно, при относительно длительной фиксации объектов, как это имело место в нашем эксперименте, мы должны были получить с увеличением длины контура обострение стереовосприятия.

Зависимость порога стереоскопического восприятия от отношения горизонтального и вертикального размеров объектов¹

Работ по изучению зависимости глубинного восприятия от отношения вертикального и горизонтального размеров объекта, с учетом количественных данных в просмотренной нами литературе не имеется. Однако многочисленные наблюдатели отмечали лучшее стереоскопическое восприятие при вертикальном положении объектов, чем при горизонтальном (Helmholtz и др.).

Для изучения этой зависимости были взяты следующие объекты: 1) вертикально направленные спицы (объект № 18 — отношение вертикального размера к горизонтальному $\frac{15}{1} = 15$); 2) ромб с вертикально направленной большой диагональю (объект № 8 — отношение вертикального размера к горизонтальному $\frac{15}{7,5} = 2$); 3) квадрат, одна из диагоналей которого расположена по горизонтали (объект № 12 — отношение размеров $\frac{1}{1} = 1$); 4) ромб с горизонтально направленной большой диагональю (объект № 10 — отношение $\frac{7,5}{15} = 0,5$) и 5) горизонтально направленные спицы (объект № 20 — отношение $\frac{1}{15} = 0,07$).

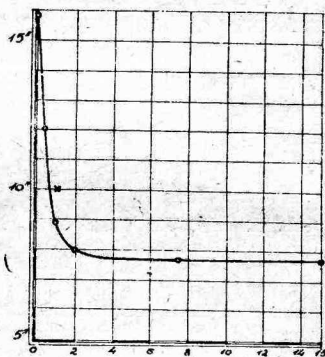


Рис. 6.

В итоге наших измерений мы получили резкую и вполне определенно выраженную зависимость порога стереоскопического восприятия от отношения вертикального и горизонтального размеров объекта. На приводимой ниже кривой (рис. 6) нанесено: по оси ординат среднее арифметическое значение порога для всех наблюдателей, полученное из результатов всех экспериментальных дней и отдельных отчетов, подсчитанное для данного объекта; по оси абсцисс отложены отношения вертикального размера объекта к горизонтальному.

Как видно из этой кривой, мы получили непрерывное повышение порога по мере перехода от возбуждения элементов сетчатки по вертикальному меридиану к возбуждению их по горизонтальному. Порог очень резко повышается при изменении отношения вертикального размера к горизонтальному от 2 до 0,07, весьма мало понижаясь на интервале изменения этого отношения от 2 до 15.

Ход кривых у отдельных наблюдателей подвержен индивидуальным колебаниям в смысле усиления и ослабления эффекта; однако, самый эффект имел место у всех испытуемых.

¹ Под отношением размеров подразумевается отношение углов, под которыми были видны вертикальный и горизонтальный размеры объектов.

Из-за отсутствия места мы лишены возможности привести наши данные полностью и вынуждены ограничиться изложением их для нескольких наблюдателей.

ТАБЛИЦА 5

№№ испытуемых	Отношение вертикального размера к горизонтальному				
	15	2	1	0,5	0,07
1	7,2	9,6	10,7	15,0	22,1
2	6,3	6,3	7,2	11,5	19,8
3	6,9	7,2	10,1	13,7	19,9
4	6,5	10,9	11,9	12,4	14,7
5	4,3	6,3	7,7	7,1	9,6

Представлялось интересным выяснить, какое место на кривой № 6 займет круг. Из соображений симметрии он должен был бы поместиться вместе с квадратом, имея одинаковое с ним отношение размеров. Точка, изображающая круг, отмечена на кривой рис. 6 крестиком. Она находится очень близко к квадрату; полного же совпадения нельзя и ожидать, в виду заметной разницы в периметре.

Таким образом, в выбранных нами условиях эксперимента при малом угловом размере объекта (максимальный диаметр их наблюдался всегда под углом в 15 мин.) мы получили следующие результаты: величина порога стереоскопического восприятия тем меньше, чем больше преобладает вертикальный размер объекта над горизонтальным.

Однако изменение величины порога незначительно в интервале от 2- до 15-кратного преобладания вертикального размера над горизонтальным. Величина порога стереоскопического восприятия резко повышается при обратном отношении размеров. Это повышение тем значительнее, чем больше преобладает горизонтальный размер над вертикальным. Высчитав в процентах повышение порога стереовосприятия в зависимости от изменения отношения вертикального и горизонтального размеров объекта, мы получим следующее распределение этих величин:

Отношение вертикального размера
к горизонтальному

от 0,07 до 0,5
" 0,5 " 1,0
" 1,0 " 2,0
" 2 " 15

Порог стереовосприятия
повышается на:

4,0 сек., т. е. на 51%
3,0 " " " 38%
0,9 " " " 12%
0,2 " " " 3%

Таким образом при переходе от предельного преобладания вертикального меридиана над горизонтальным к обратному соотношению между ними, порог стереовосприятия повышается на 104%. Из них 89% повышения приходится на ту часть изменения порога, где отношение меридианов меняется в сторону преобладания горизонтального меридиана, и только 15% приходится на уменьшение величины отношения от 15 до 1. Из них 12% падает на отношение от 1 до 2, начиная же от 2 до 15 — существенного различия в пороге не наблюдается. Надо отметить, однако, что объекты, на которых получены значения порога стереовосприятия для первой и последней точек кривой, — имели периметр почти в 2 раза меньше длины периметра остальных объектов, и эта разница в длине периметра должна была

оказать свое влияние на величину порога стереоскопического восприятия в смысле относительного снижения порога для первой и для последней точек нашей кривой. Если бы длина периметра была равной для всех объектов, то первая и последняя точки должны были бы лечь выше, чем они получились на нашей кривой. Физиологическое основание этой закономерности, повидимому, следует искать в топографии сетчатки — в различной чувствительности различных ее участков.

Зависимость порога стереоскопического восприятия от числа заострений объектов

Исходя из установленной определенной связи между изменениями: длины периметра, отношения вертикального и горизонтального размеров объекта и величиной порога стереоскопического восприятия, пришлось для изучения зависимости порога стереоскопического восприятия от числа заострений выбрать те из объектов, где длина периметра и отношение размеров объекта имели наименьшую разность. Были взяты следующие объекты: 1) круг (объект № 21, табл. 1), 2) двойной треугольник (объект № 16), 3) квадрат, одна из диагоналей которого расположена по горизонтали (объект № 13), 4) пятиконечная звезда (объект № 7) и 5) восьмиконечная звезда (объект № 4). Как видно из табл. 1, разность периметров и отношения вертикального и горизонтального размеров у этих объектов была наименьшей из всего многообразия объектов, применявшихся нами при эксперименте.

В приводимой кривой (рис. 7), построенной на основании величины среднего арифметического для всех испытуемых из всех экспериментальных дней и отдельных отчетов, по оси абсцисс отложено число заострений объекта, по оси ординат — величина порога стереоскопического восприятия в секундах.

Как видно из кривой (рис. 7), зависимость порога стереоскопического восприятия от числа заострений объектов выражена весьма слабо, чем объясняется значительная разбросанность точек и относительно небольшой абсолютный прирост порога при переходе от нулевого числа заострений к 8. Понижение порога при увеличении числа заострений от 0 до 8 происходит всего на 17%, — величина весьма незначительная, лежащая в пределах погрешности опыта. Прирост порога идет скачками. Так, например, он не меняется при нулевом числе заострений и при 2 заостренных, также он неизменен при 4 и 5 заострениях.

Индивидуальные различия в ходе этой зависимости также весьма значительны. Из-за отсутствия места мы лишены возможности привести таблицу для всех испытуемых и ограничиваемся только данными о нескольких наблюдателях, где это индивидуальное различие достаточно очевидно. Табл. 6 составлена на основании среднего арифметического значения порога для каждого наблюдателя из 4 экспериментальных дней. Цифры дают порог стереоскопического восприятия в секундах.

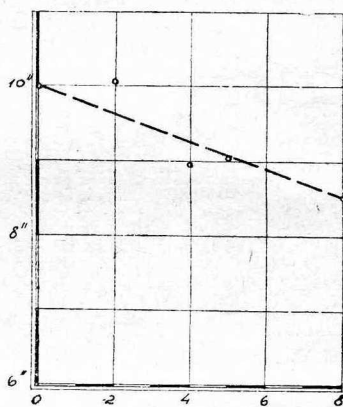


Рис. 7.

ТАБЛИЦА 6

№№ испытываемых	Круг (объект № 2)	Треугольник (объект № 16)	Квадрат (объект № 13)	Пятиконеч- ная звезда (объект 7)	Восьмико- нечн. звезда (объект 4)
1	11,3	12,0	11,6	9,1	10,5
2	18,1	17,4	16,6	15,9	14,1
3	8,2	7,9	6,6	8,1	6,2
4	10,6	10,1	8,8	10,1	7,4
5	9,4	8,0	8,3	7,1	7,0
6	11,0	12,4	10,8	12,0	13,9

Как видно из этой таблицы, индивидуальные различия весьма значительны не только по абсолютным своим значениям, но и по ходу зависимости величины порога стереоскопического восприятия от числа заострений. У некоторых наблюдателей (испытываемый № 6) мы имеем даже обратный ход зависимости. На основании всего изложенного мы можем считать, что для объектов небольших угловых размеров с постоянным их общим диаметром величина порога стереоскопического восприятия не меняется с увеличением числа заострений.

Зависимость порога стереоскопического восприятия от величины площади объекта

Одним из основных элементов формы является величина объекта. Площади наших объектов были весьма различны при одном и том же их общем угловом размере. При построении объектов одного и того же общего размера с изменяющейся величиной площади неизбежно меняются и остальные элементы формы. Поэтому при изучении этой зависимости мы не смогли выделить объекта, где указанный эффект мог быть рассмотрен в чистом виде, т. е. при неизменности остальных элементов формы.

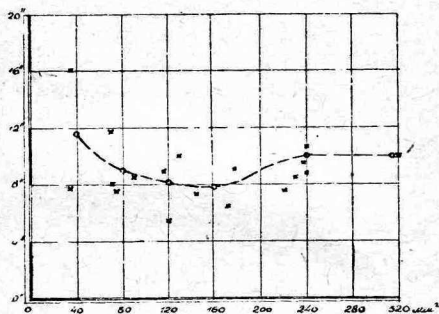


Рис. 8.

Изучение зависимости порога стереоскопического восприятия от величины площади объекта сделано нами тем же методом, как и для длины периметра (рис. 5). На основании 10 000 измерений примененных нами объектов построена кривая, где по оси абсцисс отложена величина площади в мм^2 , по оси ординат — порог стереоскопического восприятия в секундах.

Так же как и кривая на рис. 5, приводимая ниже кривая (рис. 8) получена следующим образом: ось абсцисс была разделена на участки по 40 мм^2 . Для всех точек, попавших в этот интервал (каждая из них обозначена на рис. 8 крестиком), подсчитывалась средняя ордината, обозначенная на рис. 8 кружком. Через эти кружки проведена линия

Как видно из кривой рис. 8, мы не получили определенно выраженной зависимости порога стереоскопического восприятия от величины площади объекта при неизменности его общего размера. Мы получили весьма значительную разбросанность точек, средние их значения для определенных отрезков оси абсцисс легли на графике так,

что кроме повышения порога при очень малых площадках объекта от 40 мм² и ниже, никакой определенной зависимости в интервале от 40 до 320 мм² — между величиной площади и величиной порога стереоскопического восприятия при постоянной величине общего размера объекта установить не удастся. Повышение порога при уменьшении площади от 40 мм² и ниже можно объяснить тем, что кривая падает, так как мы приближаемся к нулевому значению величины площади.

Для того, чтобы количественно оценить зависимость порога стереовосприятия от величины площади объекта, был вычислен коэффициент корреляции по той же формуле, что и для кривой рис. 8.

Подсчет дал следующие величины (по формуле 3):

$$C = 152,0 \text{ мм}^2$$

$$b = 9,5 \text{ сек.}$$

$$r = \frac{146}{4859} = 0,03$$

Это малое значение коэффициента корреляции указывает, что величина этой зависимости близка к нулю.

Таким образом рассмотрение кривой и вычисление коэффициента корреляции приводят к выводу, что, в противовес общепринятому мнению, при неизменности общего размера объекта мы не получаем заметной зависимости между порогом стереоскопического восприятия и величиной площади объектов. Необходимо учитывать, что это положение экспериментально установлено для определенных условий наблюдения: черные объекты на белом фоне в условиях оптимальной яркости и контраста.

Для белых объектов на черном фоне в иных условиях яркости и контраста надо ожидать иных закономерностей, чем наблюденная нами. При изменении общих угловых размеров объекта также мы можем ожидать иных закономерностей.

Заканчивая изложение своих наблюдений, обсудим кратко их результаты. Восприятие формы объекта есть явление весьма сложное, зависящее от значительного числа различных элементов, составляющих форму объекта и оказавших свое влияние на восприятие. По степени влияния на стереовосприятие рассмотренные нами элементы могут быть расположены следующим образом: наиболее резкая зависимость получена для отношения горизонтального и вертикального размеров объекта. Вторым по значению элементом является длина периметра. При наблюдении объектов малых угловых размеров, изображение которых падает только на fovea centralis, с постоянным их общим диаметром в условиях постоянной яркости и контраста установлена определенно выраженная зависимость стереовосприятия для этих элементов формы. Зависимость порога стереовосприятия от числа заострений и величины площади обнаружить не удалось.

Особенности нашего эксперимента заключались в сохранении одинакового общего углового размера, под которым наблюдался каждый объект.

Изменение величины углового размера объекта наблюдения в значительной мере меняет условия наблюдения. Изображение объекта различных угловых размеров, попадая на разные зоны сетчатки, обладающие различной чувствительностью в отдельных своих участках, должно в силу этого свойства сетчатки давать разное возбуждение в последней, чем для объектов одинаковых угловых размеров. Помимо ряда наблюдений других исследователей о влиянии угловых размеров

объекта на глубинное и плоскостное восприятие, об этом говорят и наши наблюдения из этой же серии экспериментов. Это явление изучено на объектах №№ 15, 16, 17 (табл. 1), имевших форму ординарного, двойного и тройного треугольников, приложенных по вертикали своими основаниями и обращенных вершинами в одну сторону (как зубья пилы).

По мере перехода от объекта № 15 к объекту № 17 значение длины периметра и преобладание отношения вертикального размера объекта над горизонтальным увеличивались в три раза. Утраивались и величины общего углового размера объектов. Если бы закономерности, установленные нами для объектов одинаковых общих размеров, имели место и для объектов разных угловых размеров, то мы должны были бы получить значительное снижение порога стереоскопического восприятия для объекта № 17 по сравнению с величиной порога для объекта № 15 из-за значительного увеличения длины периметра и отношения вертикального и горизонтального размеров объекта № 17. Однако мы не только не получили снижения величины порога, но даже некоторое повышение его, по мере увеличения числа треугольников. Среднее значение порога для всех наблюдателей из всех экспериментальных дней и отдельных отсчетов равно: для ординарного треугольника (объект № 15, общий размер = 8) — 8,9"; для удвоенного по вертикали треугольника (объект № 16, общий размер = 16') — 10,1"; для утроенного по вертикали треугольника (объект № 17, общий размер = 24') — 9,9".

Из этих данных мы видим, что изменение угловых размеров объекта оказывает свое влияние на величину порога стереоскопического восприятия. Оно настолько велико, что перекрывает обнаруженные нами закономерности влияния длины периметра и отношения вертикального и горизонтального размеров объектов — на порог стереоскопического восприятия для объектов одинаковых угловых размеров. Этот вывод отнюдь не является парадоксальным, так как основным физиологическим фактором восприятия несомненно является чувствительность сетчатки. Есть основания предполагать, что уровень чувствительности сетчатки не одинаков даже в весьма малых интервалах ее топографических соотношений. Как известно, имеется весьма резко выраженная зависимость остроты различения от места раздражения на сетчатке. Острота различения убывает весьма быстро, при очень незначительном переходе от центра *foveae centralis* к ее периферии, еще больше убывая по мере перехода в область периферии желтого пятна. Аналогичным образом убывает, по данным Марск (3), и острота глубинного восприятия. Повидимому, различен также уровень чувствительности сетчатки в области центральной ямки для ее элементов, расположенных по вертикали и по горизонтали. Это можно видеть из наших наблюдений над влиянием отношения вертикального и горизонтального размеров объектов на порог стереовосприятия; суммирование возбуждения от вертикально расположенных элементов сетчатки дает гораздо больший эффект, чем от возбуждения горизонтально расположенных элементов сетчатки.

Естественно поэтому ожидать, что изменяя угловые размеры объекта и попадая в разные зоны сетчатки с разными уровнями ее чувствительности, мы будем получать различные зависимости для разных ее зон, а следовательно и иные закономерности влияния различных элементов формы на порог стереовосприятия.

Не зная этих уравнений чувствительности, мы естественно не можем предвидеть степени влияния этого фактора и должны ограничиваться

изучением закономерностей только для объектов, имеющих одинаковый общий угловой размер.

В нашей работе отнюдь не были исчерпаны все компоненты формы объектов. Не были, например, сопоставлены объекты, обладающие разными типами симметрии, имеющие волнистый контур и т. д. Только на основе изучения влияния всех возможных отдельных компонентов формы возможно рассчитывать создать общую теорию влияния формы на стереовосприятие. Полученные нами результаты надо рассматривать именно как часть этой общей теории.

Выводы

1. Изучено влияние на порог стереоскопического восприятия следующих элементов формы: 1) длины периметра, 2) отношения вертикального и горизонтального размеров объекта, 3) числа заострений и 4) величины площади, при сохранении постоянного углового размера объекта.

2. Установлена линейная зависимость между изменениями длины периметра и величиной порога стереоскопического восприятия — величина порога меняется обратно-пропорционально длине периметра. Вероятность линейной зависимости между величиной порога и длиной периметра равна 70%.

Возможным физиологическим механизмом этого явления являются колебания глазного яблока, благодаря которым световое раздражение от контуров объекта попадает на невозбужденные места сетчатки.

3. Порог стереовосприятия быстро понижается с ростом отношения вертикального размера объекта к горизонтальному. В интервале изменения отношения от 2 до 0,07. Порог меняется особенно различно от 8" до 15, 9", т. е. на 100%.

4. Число заострений объекта при неизменности остальных элементов (периметр и т. д.), не влияет на порог стереовосприятия.

5. Установить зависимость величины порога от величины площади объектов при постоянном их угловом размере не удалось.

6. Установленные закономерности имеют значение только для объектов одинаковых угловых размеров при небольшой величине последних.

В заключение считаю необходимым выразить благодарность А. В. Лебединскому, Н. Г. Болдыреву и М. М. Гуревич за ценные консультации при выполнении настоящей работы.

Поступило в редакцию
1 сентября 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА.

Waechter. Ueber die Grenzen des telestereoskopischen Sehens. Sitzungsberichte d. Wien. Ak. d. Wissen. Math. Natur. Kl. CV, Abt. II a, S. 856, 1896. — Pulfrich — цит. по Hoffmann'y. Die Lehre vom Raumsinn des Auges. II. Teil, S. 292, 1923. — Marsch. Versuche über die Tiefenwahrnehmung durch die Makula etc. Цит. по Zimmermann'y. Ueber die Abhängigkeit des Tiefeneindrucks von der Deutlichkeit der Konturen. I. Abt. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane. Bd. 78. H. 1—2. 1917. S. 273.

WIRKUNG DER EINZELNEN ELEMENTE DER FORM DES OBJEKTES AUF DIE STEREOSKOPISCHE WAHRNEHMUNG.

Von *W. G. Samsonowa.*

Aus dem Laboratorium der Physiologischen Optik des Staatlichen Optischen Instituts
(Vorstand — Prof. P. N. G a s s o w s k i)

1. Es wurde die Wirkung folgender Elemente der Form auf die Schwelle der stereoskopischen Wahrnehmung untersucht: 1) der Länge des Perimeters, 2) des gegenseitigen Verhältnisses zwischen der vertikalen und horizontalen Grösse des Objektes, 3) der Zahl der Zuspitzungen und 4) der Grösse der Fläche, bei Beibehaltung eines beständigen Winkelgrösse des Objektes.

2. Es wurde die lineäre Abhängigkeit zwischen den Veränderungen der Länge des Perimeters und der Schwellengrösse der stereoskopischen Wahrnehmung festgestellt, — die Schwellengrösse verändert sich umgekehrt proportionell zur Länge des Perimeters. Die Wahrscheinlichkeit der lineären Abhängigkeit zwischen der Schwellengrösse und der Länge des Perimeters beträgt 70%.

Der mögliche physiologische Mechanismus dieser Erscheinung sind die Schwankungen des Augapfels, dank welchen die Lichtreizung von den Konturen des Objektes auf die nicht erregten Stellen der Netzhaut fällt.

3. Die Schwelle der Stereowahrnehmung sinkt mit der Zunahme des Verhältnisses der vertikalen Grösse des Objektes zur horizontalen rasch ab. Die Hauptveränderung entfällt auf die Intervalle der Veränderung des Verhältnisses von 2 bis zu 0,07. Die Schwelle ändert sich in dieser Intervalle von 8'' bis zu 15,9'', d-h-um 100%.

4. Die Zahl der Zuspitzungen des Objektes bei unveränderten übrigen Elementen (des Perimeter u.s.w.) wirkt auf die Schwelle der Wahrnehmung nicht ein.

5. Es gelang nicht die Abhängigkeit der Schwellengrösse von der Grösse der Fläche der Objekte bei beständiger Winkelgrösse derselben fest zustellen.

6. Die festgestellten Gesetzmässigkeiten sind nur für Objekte mit gleicher Winkelgrösse, bei geringer Dimension dieser letzteren, von Bedeutung.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА НА КОЖНЫЕ СОСУДЫ И ПИГМЕНТНЫЕ КЛЕТКИ В КОЖЕ ЛЯГУШКИ.¹

А. Т. Худорожева

Из физиологической лаборатории I Ленинградского мед. ин-та (в период заведывания проф. Л. А. Орбели).

Целью данной работы является выявление влияний со стороны промежуточного мозга на кровеносные кожные сосуды и хроматофоры.

Известно, что сосуды кожи иннервируются симпатической нервной системой, и раздражение последней вызывает сужение их.

Впервые еще Cl. Bernard (1851 г.) наблюдал при перерезке п. *sympathici* на одной стороне шеи у кролика резкое порозовение уха соответствующей стороны; при раздражении током периферического отрезка п. *sympathici* наблюдалось побледнение уха. Затем в лаборатории Krogh велись наблюдения, подтвердившие на ухе белого кролика данные Cl. Bernard.

В плавательной перепонке лягушки получается сокращение сосудов при раздражении п. *sympathici*. Krogh, Harrop и Rehberg (1922) (1) раздражали у лягушки нижние узлы (от 8-го до 10-го) симпатического ствола и получали на плавательной перепонке сначала сокращение артерий, а через несколько секунд также и капилляров.

Сперанская-Степанова (2) на основании своих опытов на лягушках делает вывод, что самостоятельные сокращения сосудов в задних конечностях лягушки находятся под постоянным контролем симпатической нервной системы. Leriche et Policard (3) (1920) наблюдали сокращение капилляров на основании ногтя у человека при механическом раздражении симпатических волокон, идущих в адвентициальном слое плечевой артерии.

Все эти данные, полученные при периферическом раздражении симпатических путей (пограничный ствол), естественно, вели к мысли об изучении влияния центральных образований симпатической нервной системы, заложенных в *thalami optici*, на кровеносные кожные сосуды.

Исследование регулирующего влияния таламической области на различные органы и ткани, иннервируемые симпатической нервной системой, велось рядом авторов: в отношении млекопитающих:

Karplus и Kreidl (4), Саппоп (5, 6); в отношении лягушек — Л. А. Орбели и его учениками.

Впервые Тонких (7) (1926) было установлено, что „сеченовское торможение“, т. е. задержка кожных рефлексов (по Türgsk'y), при наложении кристалла поваренной соли к переднему полюсу промежуточного мозга, осуществляется только при наличии симпатических связей через гг. *communicantes*. Отсюда представилось возможным рассматривать сеченовское торможение, как случай регуляции деятельности одного отделов ц. н. с. со стороны других через посредство симпатической нервной системы.

Далее целая серия работ показала, что раздражение промежуточного мозга кристаллом поваренной соли сопровождается теми же эффектами, что и раздражение периферических симпатических волокон: повышением работоспособности утомленной мышцы, связанной с ц. н. с. только через симпатические волокна (Гершун) (8), ускорением и усилением сердечных сокращений (Василенко) (9), колебанием кожного потенциала (Федотов) (10), (Волохов) (11), (Асратян) (12) закрытием почечных клубочков (Раева).

Таким образом эти данные с несомненной убедительностью говорят о наличии в промежуточном мозгу лягушки центральных симпа-

¹ Работа выполнена в 1930—31 гг.

тических образований, вызывающих эффекты, свойственные симпатической нервной системе.

Если раздражение промежуточного мозга оказывает влияние на органы и ткани, иннервируемые симпатической нервной системой, то естественно явилось предположение, что кожные сосуды, получающие симпатическую иннервацию, должны как-то реагировать на раздражение этой области. Это же предположение возникло в отношении хроматофор лягушки.

Настоящее исследование и посвящено проверке правильности высказанного предположения.

Методика

Опыты производились на умеренно кураризованных лягушках (*Rana temporaria*). Кураре вводился в спинной лимфатический мешок ($0,2 \text{ см}^3$ 0,05% на лягушку средн. веса). Затем вскрывалась черепная коробка и острым ланцетом проводился разрез мозга по передней границе зрительных чертогов; отрезанные полушария удалялись, а черепная полость высушивалась ваткой. Вслед за этим кончики пальцев задней правой лапки лягушки слабо перевязывались нитками и укреплялись булавками над отверстием в доске, сделанным с таким расчетом, чтобы плавательная перепонка легко могла быть наблюдаема в поле зрения микроскопа. В первой серии опытов наблюдения производились с помощью одного микроскопа. Вся установка укреплялась на штативе, и плавательная перепонка устанавливалась под объективом микроскопа.

Во избежание высыхания поверхность перепонки время от времени смачивалась рингеровским раствором. Опыт начинался через 50—60 мин. после препаровки.

Экспериментальные данные

Всем известна картина кровообращения в плавательной перепонке лягушки, и на описании ее мы останавливаться не станем. С интересующей нас точки зрения важно лишь отметить самостоятельные колебания, наблюдаемые в просвете сосудов, колебания, происходящие, казалось бы, без всяких внешних видимых раздражений. В литературе это отмечалось в частности Wharton Jones (1851 г.) (13) на плавательной перепонке лягушки, затем Shiff (14) в 1854 г. на кроличьем ухе и Сперанской-Степановой (2) на плавательной перепонке лягушки.

Характер колебаний просвета сосудов весьма различен. Наблюдаются сокращения сосудов и очень редкие, происходящие через несколько минут, и очень частые, меняющие просвет сосуда несколько раз в течение 1 мин. Мы считаем необходимым отметить также неоднократно описанный в литературе факт, что артерии среднего и мелкого калибров являются более подвижными по сравнению с крупными: самостоятельные сокращения на них выражены сильнее, и при раздражении они сокращаются более быстро и отчетливо. После тщательного наблюдения над кровообращением в перепонке лягушки на поперечный разрез мозга накладывался кристалл поваренной соли на срок не более $1\text{—}1\frac{1}{2}$ мин., причем поверхность разреза предварительно тщательно высушивалась маленькими ватными тампонами.

Через некоторый латентный период, обычно в пределах от 10 до 50 сек., происходил спазм сосудов, вначале сокращались мелкие артерии, а через несколько секунд и капилляры. Ток крови вначале замедлялся, а затем прекращался совсем. Общий фон бледнел, артерии и капилляры становились все менее и менее заметными, так как вместо тока крови с бесчисленным множеством кровяных телец начинали пробегать единичные форменные элементы на некотором расстоянии друг от друга. Эти расстояния все удлинялись и наконец наступал полный спазм. И несмотря на то, что спазм капилляров до полного уничтожения просвета обычно не наблюдался, форменных элементов

там не оставалось; повидимому остающиеся единичные форменные элементы вымывались плазмой. В некоторых опытах общего спазма не наблюдалось, сокращена была только часть сосудов, но ток крови, почти во всех без исключения случаях, был замедлен. (рис. 1 и 2).

Такое состояние продолжалось 1—2 мин., в редких случаях 3—4 мин., и затем все возвращалось в исходное положение, причем не сразу, а постепенно, толчками. В капиллярах начинали пробегать единичные форменные элементы, часть мелких артерий расширялась, а часть оставалась еще в сокращенном виде, поэтому движение тока крови время от времени приостанавливалось, встречая в своем движении препятствия в виде сокращенных сосудов, а иногда направлялось в обратную сторону. В это время расширялись сосуды в другом месте, и ток крови устремлялся туда до тех пор, пока большая часть сосудов не возвращалась к своему исходному диаметру. Тогда вся масса крови врывалась в это огромное количество мелких артерий, капилляров и неслась уже не стесняемая в своем движении никакими препятствиями.

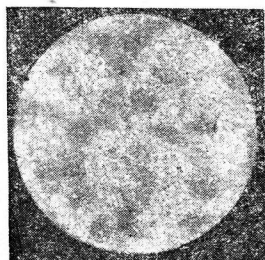


Рис. 1. До раздражения *thalam. optici*.

Повторное раздражение зрительных чертогов уже не вызывало, в большинстве случаев, сокращения сосудов, что вполне согласуется с данными Тонких, Гершуни, Волохова и других, применявших этот способ раздражения промежуточного мозга при наблюдении других периферических эффектов. В некоторых опытах за первым сокращением сосудов, после того как они возвращались в свое исходное состояние, вторично происходило сокращение. Повидимому, это вторичное сокращение являлось проявлением длительной возбужденной деятельности таламических центров.

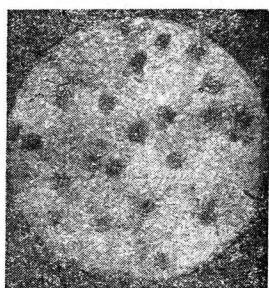


Рис. 2. Через 2 минуты после раздражения *thalam. opt.* Сосуды сократились настолько, что их не видно.

Случаи, аналогичные наблюдавшимся нами при раздражении промежуточного мозга, были отмечены Волоховым в работе с колебаниями кожного потенциала, Тонких, — наблюдавшей длительное ритмическое изменение деятельности спинного мозга после однократного раздражения симпатической цепочки.

Таких опытов с раздражением *thalam. optici* у нормальных лягушек произведено 37. Из них только в 4 случаях не было эффекта.

Когда не оставалось сомнений в том, что раздражение *thalam. optici* вызывает резкую реакцию со стороны мелких артерий и капилляров, мы задались целью выяснить, какими путями передается раздражение.

С этой целью предварительно за 2—3 дня до опыта мы производили у лягушек перерезку с правой стороны п. *communicantes sympathici* к VII, VIII, IX и (X) спинальным нервам, а в другой партии лягушек перерезали спинальные нервы VII, VIII, IX, (X) выше места присоединения к ним симпатических волокон. Таким образом в одной партии оперированных лягушек связь задней лапки лягушки с ц. н. с. осуществлялась только через соматические пути, в другой партии — через симпатические.

В этой серии опытов мы пользовались для наблюдения двумя микроскопами таким образом, что плавательные перепонки задних конеч-

ностей, приколотых над отверстиями в пробковой доске, располагались на столиках двух микроскопов так, чтобы плавательная перепонка оперированной стороны попадала в поле зрения одного из микроскопов, а контрольной стороны в поле зрения другого.

Из большого числа опытов, поставленных на лягушках с перерезанными на правой стороне спинальными нервами (связь правой лапки с ц. н. с. могла осуществляться лишь через симпатические волокна), выявилось следующее: эффект при раздражении промежуточного мозга выражен на обеих лапках, но на контрольной стороне, где в связи с ц. н. с. находятся и те и другие волокна, более резко.

В другой серии опытов, когда на правой стороне перерезались гг. communicantes, раздражение промежуточного мозга давало на этой стороне очень слабый эффект со стороны сосудов по сравнению с контрольной стороной. Поставлено 26 опытов. Возникает вопрос: в силу каких же причин происходят сокращения сосудов после перерезки гг. communicantes? Для решения этого вопроса было поставлено 9 опытов с выжиганием надпочечных желез у лягушек с предварительно перерезанными на одной стороне гг. communicantes и последующим раздражением промежуточного мозга поваренной солью. На той стороне, где были предварительно перерезаны гг. communicantes, сужения сосудов не было, а на стороне с сохраненными симпатическими нервами сосуды суживались. Следовательно, наблюдаемый нами незначительный сосудосуживающий эффект при раздражении таламической области после перерезки симпатических волокон, идущих к конечности, можно объяснить секрецией надпочечных желез.

Из этих опытов ясно, что раздражение солью промежуточного мозга вызывает резкие изменения в просвете сосудов в плавательной перепонке у лягушек и что эти изменения происходят за счет импульсов, идущих по симпатическим волокнам. Как же объяснить более слабый эффект в тех случаях, когда перерезаны одни спинальные нервы? Следовательно, спинно-мозговые волокна оказывают какое-то влияние на сокращение сосудов, создают фон, на котором импульсы, идущие по симпатическим волокнам, дают более резкий эффект. Для разрешения вопроса осуществляется ли это влияние за счет двигательных или за счет чувствительных волокон были прооперированы 2 партии лягушек. В одной перерезались в спинномозговом канале с правой стороны лишь задние корешки, в другой — лишь передние и тоже справа; левая лапка во всех случаях оставалась контрольной. В этих опытах со всей очевидностью выступает следующее: перерезка передних корешков совершенно не отражается на силе эффекта, а при перерезке задних корешков эффект значительно слабее, чем на контрольной стороне. Сокращение сосудов происходит более медленно, в большинстве опытов сокращается только часть сосудов, и время реакции более короткое по сравнению с контрольной лапкой. Надо предполагать, что и было высказано Л. А. Орбели после первых же опытов с перерезкой спинальных нервов, что причиной этих явлений являются проходящие в составе задних корешков сосудорасширяющие волокна, создающие выгодный фон для выявления симпатического эффекта.

• Далее перед нами возник вопрос о локализации симпатических образований в самой таламической области. Для выяснения этого вопроса было поставлено 14 опытов, с удалением в одном случае половины thalami, в другом — двух третей его. Наложение кристалла соли и в тех и в других случаях сопровождается точно такой же реакцией как и в тех случаях, когда раздражалась верхняя часть thalami.

Второй частью наших исследований являлось выяснение влияния таламической области на хроматофоры. Известно, что хроматофоры легко подвижны, они могут быстро менять свою форму, в зависимости от чего резко меняется окраска животного.

Относительно механизма изменения формы хроматофор в литературе имеются противоречивые данные.

Целый ряд авторов: Biedermann, (1878) (15), Wittich (1854) (16), Carnot (1896) (17), Hooker (18) рассматривают хроматофоры как амебодные сократительные тела, тогда как другие считают изменение формы хроматофор результатом миграции пигментных зерен из отростков в центральную часть [Lister (1858) (19), Müller (1860) (20), Kahn and Lieben (1907) (21), Dawson (1920) (22)].

Таков механизм изменения цвета у хамелеона и, вероятно, многих других позвоночных.

У головоногих растягивание хроматофор обуславливается сокращением радиальных волокон мышечной природы, укрепленных неподвижно где-то в коже. Подвижные концы располагаются через определенные промежутки на стенках мешочков, наполненных пигментными зернами. Стенка мешочка обладает эластическими свойствами. При сокращении мышечных волокон происходит растягивание хроматофор. Следовательно, у головоногих в противоположность позвоночным растянутое состояние хроматофор есть активный процесс.

Хроматофоры лягушки — одиночные клетки мышечной природы, более сходные с амебообразными клетками, нежели с мышечными волокнами. В состоянии сокращения хроматофоры выглядят как точки. Можно проследить все стадии сокращения. Клетки представляются то в виде точек, то имеют звездчатую форму. Иногда отростки клеток настолько вытягиваются, что проникают между соседними клетками и образуют сплошную черную сетку. Окраска лягушки при сокращении хроматофор делается светлой, и значительно темнеет при их растягивании. В силу каких причин происходит игра хроматофор, осуществляется ли регуляция их сокращений нервной системой, или гуморальным путем — решающего ответа на этот вопрос нет.

Еще в 1853 г. Axmann (23) наблюдал при перерезке седалищного нерва побледнение кожной поверхности на соответствующей лапке. Этот факт был подтвержден в дальнейшем Virchow (24), Lothar Meyer (25), Thopen, (1929) (26).

При перерезке симпатических волокон, идущих к задним конечностям, Lothar Meyer наблюдал, что переход хроматофор, под воздействием света, из звездчатой формы в круглую, происходит более медленно и не столь полно, как у контрольных животных. Согопае Могопи (1898) (27) доказали, что под влиянием адреналина происходит резкое сокращение хроматофор и, следовательно, побледнение кожи. Это важное наблюдение было подтверждено в дальнейшем Kahn and Lieben (1906) (28).

При воздействии питуитрина происходит расслабление хроматофор, вытягивание отростков и, следовательно, потемнение животного.

У головоногих отчетливо выступает различное действие на хроматофоры симпатомиметических и парасимпатомиметических веществ (Sereni (1928) (29)). Симпатомиметические вещества усиливают растянутость хроматофор путем повышения тонуса их центров. Парасимпатомиметические вещества уменьшают растянутость хроматофор в силу раздражения тормозного центра.

В наших исследованиях мы не задавались целью всестороннего изучения механизма регуляции хроматофор, а коснулись лишь вопроса о влиянии раздражения промежуточного мозга на хроматофоры. На том же препарате, на котором производилось наблюдение за сосудами, одновременно рассматривались и хроматофоры.

В опытах с нормальными лягушками, т. е. без предварительной перерезки симпатических или соматических нервных волокон, при раздражении промежуточного мозга кристаллом поваренной соли наблюдалась следующая картина. Как уже указывалось выше, через 30—50 сек. от начала раздражения происходил резкий спазм сосудов, а значительно позднее, обычно через 2—4 минуты, наблюдались изменения и со стороны хроматофор. Хроматофоры начинают как бы втягивать в себя отростки, и из звездчатых превращаются в совершенно круглые клетки. На общем фоне начинают преобладать круглые клетки, тогда как звездчатые встречаются в виде исключения (рис. 3, 4, 5). Цвет животного становится при этом более светлым. В таком виде

клетки остаются в течение 15—40 мин., а иногда еще дольше, в то время как сосуды начинают расширяться через 2, 3, 4 мин. после начала раздражения.

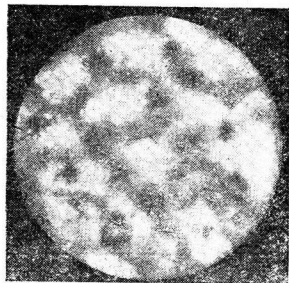


Рис. 3. До раздражения, но спустя 40' после перерезки thal. opt. Хроматофоры уже выпустили отростки.

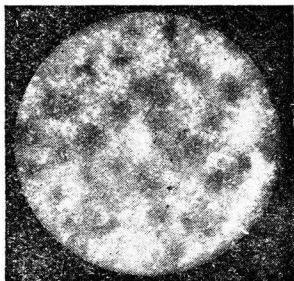


Рис. 4. Через 1' после раздражения thal. opt. Некоторые сосуды настолько сокращены, что их не видно.

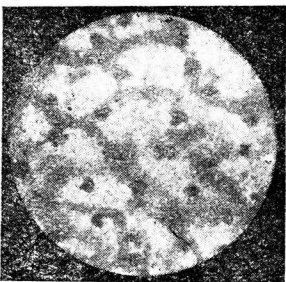


Рис. 5. Тот же самый участок, но через 3' после раздражения thal. optici. Сосуды еще несколько сокращены, но скорость тока крови вернулась к исходному состоянию. Хроматофоры сокращены.

Вторичное раздражение thalam. optici никогда не вызывало сокращения хроматофор. Надо отметить, что после перерезки мозга по передней границе зрительных чертгов наблюдалось длительное сокращение хроматофор (рис. 6, 7 и 8). Хроматофоры оставались круглыми в течение 30—40 мин., вследствие чего опыт начинался не раньше, чем через 50—60 мин. после препаровки.

Реакция со стороны хроматофор наблюдалась только в тех случаях, когда раздражение промежуточного мозга вызывало резкий спазм сосудов. Если эффект со стороны сосудов был слабый, хроматофоры оставались без изменения, причем во всех опытах раздражение промежуточного мозга вызывало в первую очередь сужение сосудов и позднее сокращение хроматофор.

В опытах с оперированными лягушками (предварительно перерезаны г. communicantes с одной стороны) сокращения хроматофор после раздражения thalami optici не было. На контрольной половине эффект был.

В опытах с лягушками, у которых предварительно были перерезаны соматические нервы, реакция хроматофор наблюдалась во всех тех опытах, где наблюдался спазм сосудов.

Считаем необходимым отметить наблюдения над лягушками после операций. После перерезки г. communicantes, в первые часы после

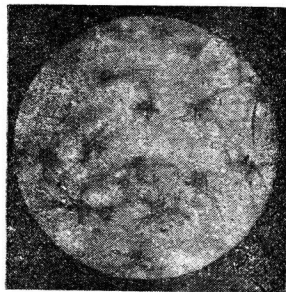


Рис. 6. Сосуды и хроматофоры в перепонке лягушки, у которой не были перерезаны thal. opt.

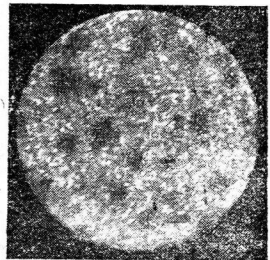


Рис. 7. После перерезки зрительных чертгов по передней границе. Снимок сделан через 20' после препаровки. Хроматофоры сокращены, отростков не видно.

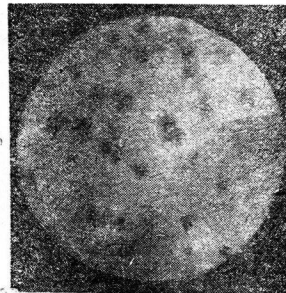


Рис. 8. Через 10' после перерезки thal. optici.

операции клетки были совершенно круглые. Но спустя несколько часов (от 2 до 6), а иногда значительно позже, появлялись небольшие отростки. На другой день клетки принимали обычную для лягушки форму, а спустя несколько дней происходили уже большие изменения вида клеток. Тела клеток совершенно не было видно, видны были лишь длинные отростки, переплетающиеся друг с другом и образующие темную густую сетку. Цвет оперированной лапки животного становился совершенно темным, в то время, как остальные части тела сохраняли нормальную окраску.

В случаях перерезки спинальных нервов происходило побледнение кожной поверхности, и под микроскопом были видны совершенно круглые клетки.

Этим мы заканчиваем краткое изложение полученного нами фактического материала относительно реакции кожных сосудов и пигментных клеток на раздражение промежуточного мозга.

Заключение

Исходя из только-что приведенного материала, можно сделать вывод, что раздражение промежуточного мозга оказывает на сосуды и хроматофоры такое же действие, как и раздражение п. *sympathici*. При полной перерезке симпатических волокон, иннервирующих задние лапки, и при выжигании надпочечных желез раздражение промежуточного мозга не вызывает реакции со стороны кожных сосудов и хроматофор.

Эти симпатические эффекты на сосуды и хроматофоры можно вызвать раздражением любого участка *thalami*: переднего, среднего и заднего. Таким образом эксперименты, приведенные нами, вполне согласуются с другими данными лабораторий Л. А. Орбели и еще раз подтверждают наличие в промежуточном мозгу у лягушки высших симпатических центров, что согласуется и с данными о локализации вегетативных центров у высших животных — Karplus и Kreidl (4), Cannon (5), Spiegel.

При перерезке спинальных нервов и именно задних корешков раздражение промежуточного мозга вызывает менее резкий ответ со стороны сосудов, и реакция хроматофор в этих опытах происходит значительно реже и слабее. Отсюда можно предположить, что задне-корешковые волокна спинномозговых нервов оказывают влияние на сокращение сосудов, создают как бы более выгодный фон, на котором раздражение симпатических волокон является более отчетливо.

К аналогичным выводам пришел Барышников (30), работая на скелетной мышце, по данным которого раздражение задних корешков, предшествующее раздражению симпатических нервов, усиливает симпатический эффект на поперечно-полосатую мышцу.

Что же касается изменения хроматофор под влиянием раздражения промежуточного мозга, то трудно сказать, происходят ли эти изменения от непосредственного влияния на хроматофоры импульсов, идущих по симпатической нервной системе, или же эти изменения осуществляются в результате сокращения сосудов.

То, что эффект на хроматофоры получается как правило только в тех случаях, где имеется резкий спазм сосудов, а при незначительном сужении сосудов хроматофоры остаются без изменений, говорит как будто за то, что сокращение хроматофор есть явление вторичное, обусловленное сокращением сосудов. Исходя из наших данных, можно, однако, высказать и другое предположение, а именно, что

хроматофоры являются менее возбудимыми, чем сосуды, поэтому не все импульсы, идущие по симпатической нервной системе, вызывают реакцию хроматофор, в то время как сосуды реагируют почти на каждое раздражение центральных образований симпатической нервной системы.

На основании наших исследований дать окончательный ответ на этот вопрос мы не сможем, вопрос пока остается открытым.¹

Выводы

1. Раздражение *thalamí optici* у лягушки кристаллом поваренной соли вызывает спазм кожных кровеносных сосудов и (вторично?) сокращение хроматофор.

2. После перерезки *rami communicantes* к VII, VIII, IX и (X) спинальным нервам, влияние раздражения *thalamí optici* на сосуды и хроматофоры значительно ослабляется.

3. Этот остающийся после перерезки *rami communicantes* эффект обусловлен адреналином крови, так как после выжигания надпочечников у лягушек с перерезанными *r. communicantes* к VII, VIII, IX и (X) спинальным нервам, реакция сосудов и хроматофор на раздражение промежуточного мозга не наблюдалась.

4. В случаях выжигания надпочечников при сохранении *rami communicantes* эффект не исчезает, имеется лишь незначительное ослабление его.

5. Следовательно, этот эффект осуществляется двумя путями: а) главным образом путем передачи импульсов из таламической области через *rami communicantes* и пограничный симпатический ствол и б) в меньшей степени на счет секреции адреналина.

6. На силу этого эффекта оказывают также влияние задние корешки. Перерезка их ведет к ослаблению эффекта на сосуды и хроматофоры при раздражении промежуточного мозга.

7. Центры симпатической иннервации в промежуточном мозгу контролируют через *n. sympathicus* сокращения кожных кровеносных сосудов и хроматофор в плавательной перепонке лягушки.

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

Поступило в редакцию
12 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Krogh, Harrop и. Rehberg — цит. по Крогу. *Анатомия и физиология капилляров*. Перевод Миттель. М.: Москва 1927 г. — 2. а. Сперанская — Степанова. *Архив биологич. наук*, т. XXVII, в. 1 — 3. — 2. б. Она же. *Pflügers Archiv* H. 6, S. 627, (1925). — 3. Leriche et Policard — цитировано по Крогу (1). — 4. Karplus und Kreidl. *Pflüg. Arch.* Bd. 129. 135. 143. 215. 219. — 5. Cannon. *Physiolog. Reviews*. Vol. 9, p. 339, 1929. — 6. Cannon and Britton. *Amer. Journ. Physiol.* Vol. 79, 1926. — 7. Тонки и х. *Русский физиологическ. журнал* т. X, стр. 85, 1927, и т. XIII, в. 1, 1930. —

¹ В данной работе мы пользовались микрофотографией для снятия состояния кровеносных кожных сосудов и хроматофор в плавательной перепонке лягушки до и после раздражения промежуточного мозга. Считаем необходимым отметить большие трудности в съемке, так как сосуды и хроматофоры расположены на различной глубине и при установке фокусного расстояния на сосуды плохо видны хроматофоры, и наоборот.

Естественно, приходилось снимать или не достигая полного фокуса или раздельно. Описание методики микрофотографирования живых объектов дано в специальной работе совместно с Н. В. Раевой, и поэтому в данной работе на описании этого мы не останавливаемся.

8. Гершун И. Русский физиологич. журнал т. XIII, 667, 1930 г. — 9. Василенко. Доклад на заседании общества физиолог. 1930 г. 10. Федотов. Физиологич. журнал СССР т. XVI, стр. 330, 1933 г. — 11. Волохов. Физиологич. журнал СССР т. XVI, стр. 334, 1933 г. — 12. Асратян. Физиологич. журнал СССР т. XVI, стр. 363, 1933 г. — 13. Wharton Jones. Guy's hospital reports (1851), pp. 7, 17, 18. — 14. Schiff Archiv f. physiol. Heilk. (1854), XIII, 525. — 15. Biedermann — цит. по P. Hogben (16). — 16. Wittich — цит. по P. Hogben (16). — 17. Carnot — цит. по P. Hogben (16). — 18. Hooker — цит. по P. Hogben (16). — 19. Lister — цит. по P. Hogben (16). — 20. Müller — цит. по P. Hogben (16). — 21. Kahn a. Lieben — цит. по P. Hogben (16). — 22. Dawson — цит. по P. Hogben (16). — 23. Ахманн — цит. по Biedermann. Pflügers Archiv. 1892, Bd. LI, S. 455. — 24. Virchow — цит. по Biedermann (24). — 25. Lothar Meyer — цит. по Biedermann (24). — 26. Thorne. Pflüg. Archiv. B. 222, 552, 1929. — 27. Сорогана Морони — цит. по Hogben (16). — 28. Kahn und Lieben. Arch. f. Physiologie 1907, 104. — 29. Enrico Sereni. The biological bulletin. V. LIX, N 3, 1928. — 30. Барышников. Русский физиологич. журнал т. XIII, выпуск 4—5, 1930 г.

WIRKUNG DES ZWISCHENHIRNS AUF DIE HAUTGEFÄSSE UND DIE PIGMENTZELLEN DER FROSCHHAUT

Von A. T. Chudoroschewa

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

1. Die Reizung des Thalamus opticus mit einem Kochsalzkristall ruft den Spasmus der Hautblutgefäße und (sekundär?) die Kontraktion der Chromatophoren beim Frosche hervor.

2. Nach Durchtrennung der Rami communicantes zum VII, VIII, IX. u. (X.), Spinalnerven ergibt die Reizung des Thalami optici eine viel schwächere Wirkung auf die Blutgefäße und Chromatophoren.

3. Diese nach der Durchtrennung der Rami communicantes bestehende bleibende Wirkung wird durch das Adrenalin des Blutes bedingt, da nach der Kauterisation der Nebennieren beim Frosche mit durchtrennten R. communicantes zum VII, VIII, IX. und X. Spinalnerven keine Reaktion der Gefäße und Chromatophoren auf die Reizung des Zwischenhirns beobachtet wurde.

4. Im Falle der Kauterisation der Nebennieren bei Erhaltung der Rami communicantes schwindet der Effekt nicht, sondern es wird nur eine geringe Abschwächung des Effektes beobachtet.

5. Dieser Effekt wird somit auf zwei Wegen zustande gebracht:

a) vornehmlich durch Uebergabe der Impulse aus der Thalamusregion durch die Rami communicantes und den sympathischen Grenzstrang und
b) in geringerem Masse auf Kosten der Sekretion des Adrenalins.

6. Auf die Stärke dieses Effektes wirken auch die hinteren Wurzeln. Die Durchtrennung dieser Wurzeln führt zur Abschwächung des Effektes auf die Blutgefäße und Chromatophoren bei der Reizung des Zwischenhirnes.

7. Die Zentren der sympathischen Innervation kontrollieren durch den N. sympathicus die Kontraktionen der Hautblutgefäße und Chromatophoren in der Schwimmhaut des Frosches.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ И РАБОТА ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Сообщение 2. Деятельность коры и работа желудка и поджелудочной железы

В. И. Введенский, С. М. Рысс и М. А. Усиевич

Из физиологического отдела (зав. — акад. И. П. Павлов) Всесоюзного института
экспериментальной медицины

Сложный иннервационный аппарат пищеварительного тракта не может не отражать всей многообразной деятельности нервной системы животного и человека. Учет и изучение влияния нервной системы на течение физиологических и патологических процессов должны занять почетное и первенствующее место.

До настоящего времени был проведен ряд капитальных исследований по изучению непосредственного механизма действия иннервационного аппарата желудка (Павлов и Шумова—Симановская (1) Нечаев (2), Ушаков (3), Савич (4), Орбели (5), Лобасов (6) и др.) Этими исследованиями было установлено влияние иннервационного аппарата желудка на работу желудочных желез.

В данном случае нас интересовал другой вопрос, именно, влияние деятельного состояния коры больших полушарий животного на работу его пищеварительных органов, поскольку они беспрерывно подвергаются воздействию со стороны ц. н. с. Наше исследование казалось нам необходимым еще и потому, что чрезвычайно ценными работами К. М. Быкова (7) и его сотрудников с несомненностью была доказана возможность образования условной связи между деятельностью различных внутренних органов.

Этими работами таким образом было частично подтверждено уже издавна выставленное И. П. Павловым положение о том, что каждый орган имеет свое представительство в коре больших полушарий, а, стало быть, имеется возможность установить через кору 1) замыкание по принципу временной связи и 2) из коры воздействовать на работу того или другого органа. Экспериментальное подтверждение второго положения и явилось целью предпринятой нами работы.

В первую очередь мы решили подвергнуть нашему наблюдению желудок и поджелудочную железу. Для опытов по установлению связи между деятельностью коры и работой желудочных желез нами была выбрана собака „Выдра“ (весом в 25 кг) с павловским изолированным желудочком и фистулой левой околоушной железы.

Вначале в течение почти 2 месяцев у „Выдры“ определялся ход желудочной секреции на обычный пищевой раздражитель — хлеб.

Мы остановились на хлебе, как пробном раздражителе потому, что первая, рефлекторная фаза желудочного пищеварения здесь выра-

жена особенно резко и, следовательно, те или иные колебания в состоянии коры больших полушарий могли сказаться в данном случае с наибольшей отчетливостью.

Желудочная секреция (средние цифры) по часам за этот период составляет:

1-й час — 7,2 см ³ ;	3-й час — 1,0 см ³ ;
2-й „ — 1,4 „	4-й „ — 0,8 „

После тщательного установления средних показателей желудочной секреции у „Выдры“ (контр. период), было приступлено к выработке у нее условных рефлексов.

Предварительно убедившись, что многочасовое пребывание в изолированной звуконепроницаемой камере вовсе не отражается на ходе и высоте желудочной секреции, мы всю нашу работу провели, сидя перед животным, помещенным в одну из обычных лабораторных комнат, где ведутся наблюдения над „пищеварительными“ собаками.

Была поставлена задача установить, имеется ли связь между условно-рефлекторной деятельностью и секрецией желудка.

Первый опыт с условными рефлексами был поставлен 16/11-34 г. Первый положительный условный раздражитель — 132 удара метронома в 1 мин. (M_{132}), безусловный раздражитель — кислота (0,1% HCl).

Применение кислоты, как безусловного раздражителя, нами было введено с тем, чтобы при выработке условных рефлексов был исключен пищевой компонент, затемнивший бы ход секреции, нормальную пищеварительную деятельность изучаемого органа.

С третьего сочетания началась отрицательная двигательная реакция, а с двенадцатого появилась условно-секреторная реакция, постепенно усиливающаяся.

После 77 подкреплений положительного раздражителя метронома M_{132} была введена дифференцировка на 60 ударов метронома в 1 мин (M_{60}).

С первого опыта уже обнаружилось различие, при третьем применении дифференцировка стала абсолютной.

После 120 подкреплений M_{132} и девяти применений дифференцировки M_{60} был включен второй положительный раздражитель — свет (вспыхивание лампочки в 25 свечей).

„Свет“ со второго применения дал положительную секреторную реакцию.

Введение „света“ сказалось несколько растормаживающим действием на дифференцировку.

С момента включения третьего раздражителя — „света“, была установлена система постоянных, одинаковых, определенных чередований раздражителей: положительный метроном M_{132} , свет и дифференцированный метроном M_{60} .

Такой комплекс раздражителей применялся 3—4 раза в течение опыта с 4-минутными промежутками между раздражителями.

Несмотря на настойчивое применение дифференцировки, последняя не была абсолютной и составляла от 20 до 60% величины положительного раздражителя. Методика опытов была следующая:

а) без применения условных рефлексов собака получала натощак 250 г белого хлеба, и затем в течение опыта собирался желудочный сок по 15-минутным промежуткам и б) при действии условных раздражителей, когда не позднее 3 минут от начала еды 250 г белого хлеба, который собака съедала обычно в 2 мин., производилось применение первого условного раздражителя. Опыты как в первой, так и во второй вариациях ставились, как правило, в 9 час. утра — через

17 час. после последней еды животного, и обычно не чаще чем через день.

В начальный же период работы с условными рефлексамн средние цифры желудочной секреции оказались следующими:

Опыты без применения условных рефлексов:	При действии условных раздражителей
1-й час — 5,4 см ³	5,5 см ³ (7,2) ¹
2-й " — 2,0 "	2,2 " (1,4)
3-й " — 1,2 "	1,4 " (1,0)
4-й " — 1,2 "	2,0 " (0,8)

Эти факты с очевидностью указывают, что условно-рефлекторная деятельность оказалась заметным изменением кривой желудочной секреции в сторону ее снижения.

27/IV-34 г. у „Выдры“ была однократно произведена сшибка: по окончании действия дифференцированного метронома (M₆₀) был немедленно применен положительный метроном (M₁₃₂) с последующим подкреплением HCl.

Сшибка оказала резко отрицательное влияние на животное, которое впало в длительное, многодневное невротическое состояние.

Изложенные обстоятельства дали нам возможность разрешить третью задачу, а именно — определить воздействие резкой нервной травмы и наступившего вслед за ним экспериментального невроза на секреторную работу желудочных желез.

Протокол от 27/IV-34 г. Сшибка у собаки „Выдра“

Время		Раздражитель	№№ сочегания в опыте	Изолированное действие (в сек.)	Латентный период (в сек.)	Условный рефлекс	Двигательная реакция
Часы	Мин.						
9	38	M ₁₃₂	1	20	4	6	Резко отрицательная
9	44	Свет	2	20	3	3	
9	50	M ₆₀	3	20	8	3	Спокойна, затем резко отрицательная
9	50	M ₁₃₂	—	20	3	5	
9	56	M ₁₃₂	4	20	19	1	Резко отриц.
10	2	Свет	5	20	2	4	
10	8	M ₆₀	6	20	8	1	Спит
10	13	M ₁₃₂	7	20	6	4	Резко отрицательная

Протокол № 22 от 13/IV-34 г. Собака „Выдра“

Желудочная секреция во время работы с условными рефлексамн

9 ч. 25 мин. — 250 г белого хлеба

1-й час	9 ч. 40 мин.	— 1,5 см ³	} 4,0 см ³
	9 . 55 .	— 0,5 .	
	10 . 10 .	— 1,0 .	
	10 . 25 .	— 1,0 .	
2-й .	10 . 40 .	— 0,0 .	} 2,0 см ³
	10 . 55 .	— 1,0 .	
	11 . 10 .	— 0,5 .	
	11 . 25 .	— 0,5 .	

¹ В скобках — количество сока в опытах контрольного периода.

3-й час.	11	40	мин.—	0,0	см.	} 1,0 см ³	
	11	55	"	—	0,0		"
	12	10	"	—	1,0		"
	12	25	"	—	0,0		"
4-й	12	40	"	—	0,0	"	
	12	55	"	—	0,0	"	
	13	10	"	—	0,0	"	
	13	25	"	—	0,0	"	
Итого за 4 часа—7,0 см ³							

Протокол № 29 от 28/IV. Собака „Выдра“

На следующий день после сшибки

9 ч. 15 мин. — 250 г белого хлеба

1-й час	9 ч.	30 мин.	— 2,5	с.м ³	} 6,0 с.м ³
	9	45	— 2,0	"	
	10		— 0,5	"	
2-й	10	15	— 1,0	"	} 3,0 с.м ³
	10	30	— 1,0	"	
	10	45	— 1,0	"	
3-й	11		— 0,5	"	} 1,5 с.м ³
	11	10	— 0,5	"	
	11	30	— 0,0	"	
	11	45	— 0,5	"	
	12		— 0,5	"	
4-й	12	15	— 0,5	"	} 2,0 с.м ³
	12	30	— 0,5	"	
	12	45	— 0,5	"	
	13		— 0,5	"	
	13	15	— 0,5	"	
Итого за 4 часа — 12,5				с.м ³	

Приводимые протоколы ясно показывают, что сдвиг в состоянии нервной системы, в данном случае — подавление сшибкой условно-рефлекторной деятельности, сейчас же сказывается на секреторной работе желудочных желез.

После этой сшибки, как было сказано выше, „Выдра“ впала в длительное невротическое состояние, спала в станке, быстро впадала в гипнотическое состояние, давая часто условно-секреторную реакцию только на первый раздражитель, после чего засыпала и совершенно не реагировала на все последующие обычные условные раздражители. Желудочная секреция этого невротического периода дает вновь высокие цифры отделения, особенно в первый час, с некоторым изменением кривой в последнем часе.

1-й час — 7,6 см³ (вместо 5,4 см³ при правильной условно-рефлекторной работе); 2-й час — 1,4 см³ (1,4 см³); 3-й час — 1,4 см³ (1,0 см³); 4-й час — 2,0 см³ (0,8 см³).

Это повышение секреции, конечно, нельзя рассматривать как улучшение пищеварения (здесь происходит, скорее, извращение в работе желудочных желез в сторону роста секреции).

Через 10 дней после сшибки подопытному животному дано было 2,0 г брома без видимого результата. С 11/V-34 г. в целях излечения невроза приступлено к систематическому бромированию. 11, 12, 13 и 14 мая — 2,0 г в день, 15, 16 и 17 — 3,0 pro die. Бром (natr. bromatum) давался за 1 1/2 часа до опыта. После 4-дневного применения бромирования „Выдра“ вновь начинает работать, правда, не с такой четкостью, как до сшибки, но все же не впадает больше в гипнотическое состояние, дает, особенно в первую часть опыта, секреторно-двигательную реакцию на положительный раздражитель и слабую,

далеко не полную дифференцировку на M_{60} . К концу опыта животное все же засыпает в станке.

С 19/V до 23/V-34 г. бром не дается, собака вновь впадает в прежнее невротическое состояние, с 24/V по 29/V дается бром, собака начинает работать. С 1/VI бром снова отменяется, и опять условно-рефлекторная деятельность становится неправильной, хаотичной, жи-

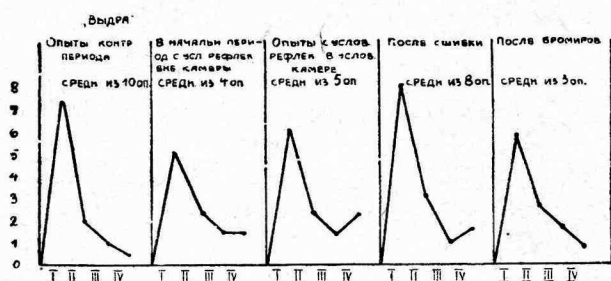


Рис. 1.

На рис. 1 показана секреторная работа желудка при различных состояниях деятельности коры больших полушарий. Здесь особенно демонстративно выступают все только что приводимые факты прямой зависимости работы желудочных желез от того или иного состояния коры.

Рис. 2 демонстрирует почти аналогичные данные у другой собаки, по кличке „Грей“, с изолированным павловским желудочком.

На этом рисунке выступает следующий интересный факт: во время первого опыта с выработкой условного рефлекса латентный период отделения желудочного сока вместо 6 мин. затягивается до одного часа, и последующий ход секреции извращается (резкое воздействие условно-рефлекторной деятельностью).

Так же как и в опыте с „Выдрой“, после некоторого периода условно-рефлекторной работы, желудочная секреция количественно снижается,

Непосредственный механизм иннервационного аппарата поджелудочной железы, так же как и желудка, тщательно изучен И. П. Павловым и освещен в целом ряде работ [Афанасьев и Павлов (8), Тонких (9), Попельский (10), Бабкини Савич (11)]. Однако по вопросу о взаимосвязи между состоянием коры и работой поджелудочной железы мы не встретили в литературе никаких указаний.

Серия опытов по установлению влияния высшей нервной деятельности на секрецию поджелудочной железы была поставлена на собаке „Эдип“ с выведенным панкреатическим протоком (вне опыта животное не теряло и находилось в хорошем состоянии), и фистулой левой слюнной железы.

У „Эдипа“ были тщательно установлены нормы секреторной работы поджелудочной железы, при даче в качестве раздражителя 250 г хлеба.

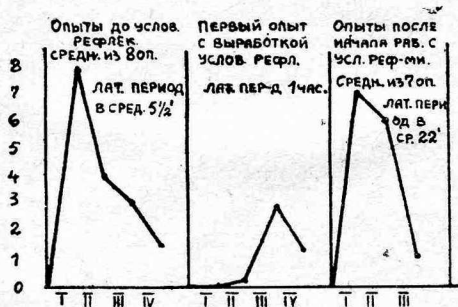


Рис. 2.



Иван Михайлович Сеченов

(1889 г.)

(С портрета работы худ. И. Репина)

26/II-34 г. было приступлено к работе по выработке у него условных рефлексов (как безусловный раздражитель и здесь применялась 0,1% HCl).

Положительный раздражитель „громкий звонок“ уже с третьего применения обнаружил наличие условного рефлекса — 2,5 капли за 20 сек. изолированного применения раздражителя, с последующим возрастанием условно-секреторной реакции до 14 капель с девятого сочетания.

После 40 подкреплений была введена дифференцировка — „приглушенный звонок“, почти с места — различие (4 капли вместо 14); с третьего раза абсолютная дифференцировка.

С 18/III-34 г. впервые применен „свет“, который совершенно не сказался, в противоположность опытам на „Выдре“, растормаживающим образом на дифференцировке.

С 17/IV введена система в применении раздражителей: звонок, свет, приглушенный звонок, и так 3-4 раза в опыт.

С момента применения правильного чередования раздражителей дифференцировка несколько растормозилась, достигая 30% положительного раздражителя. 27/IV-34 г. применена „сшибка“ — вслед за дифференцированным раздражителем был применен положительный раздражитель, подкрепленный безусловным рефлексом.

Сшибку „Эдип“ перенес легко, и она почти никак не отразилась на условно-рефлекторной работе последующих дней, если не считать некоторого снижения величины общего уровня условных рефлексов.

7/V-34 г. в течение опыта была произведена двукратная сшибка, вызвавшая проявление резкой положительной индукции. В последующие 3 дня — небольшое количественное снижение условно-секреторных показателей, восстановившихся до нормы через 4 дня.

11/V третья сшибка и на другой день некоторое растормаживание дифференцировки, положительные же раздражители действовали без каких-либо изменений.

К норме все вернулось к 4-му опытному дню. 21/V-34 г. экстренное перенапряжение тормозного процесса: дифференцировка продлена вместо обычных 20 сек. до 70. Растормаживание наступило вслед за обычным временем отставления, т. е. через 20 сек.

С 28/V-34 г. приступлено к переделке: положительный раздражитель не подкреплялся безусловным раздражителем, при дифференцировочном — давалась соляная кислота. Переделка вызвала быстрое образование условного рефлекса на „приглушенный“ звонок (бывшая дифференцировка) и отсутствие тормозной реакции на „громкий“ звонок.

На один день 9/VI-34 г. у „Эдипа“ сонное состояние, быстро исчезнувшее на следующий день.

Все изложенное показывает, что „Эдип“, в противоположность „Выдре“, относится к сильному уравновешенному типу, так как многократно производимая сшибка не оказала почти воздействия на его нервную систему. „Эдип“ не впал подобно „Выдре“ в невротическое состояние. Примененные за сшибкой перенапряжение тормозного процесса и переделка также не оказали почти никакого воздействия на состояние его условно-рефлекторной работы. Рис. 3 демонстрирует данные влияния коры больших полушарий на секреторную работу поджелудочной железы.

Все только что изложенные факты с несомненностью доказывают тесную связь между деятельностью коры больших полушарий и работой желудка и поджелудочной железы.

Опыты на изолированном павловском желудочке с собакой „Выдра“ установили, что с началом условно-рефлекторной деятельности желудочная секреция резко снижается. Следовательно, работа, происходящая в коре больших полушарий, тормозит вегетативные, растительные импульсы, исходящие из подкорки.

Далее „Выдра“, обладая слабым типом нервной системы, под влиянием сшибки чрезвычайно быстро впадает в невротическое состояние, что незамедлительно сказывается на железисто-секреторной работе желудка в сторону ее повышения (которое, подчеркиваем еще раз, нужно рассматривать как фактор не улучшающий, а извращающий пищеварительную работу желудка).

Экспериментальный невроз, очевидно, создает условия угнетения коры, а стало быть растормаживания подкорки, что в свою очередь влечет повышение секреторной работы желудочных желез. И, наконец, излечение, или, вернее, улучшение невротического состояния, опять дает возврат секреции к выработанной норме.

Эксперименты на собаке „Эдип“ с выведенным панкреатическим протоком показали, что воздействие на кору больших полушарий не



Рис. 3.

может не сказаться на секреторной фазе поджелудочной железы. Это вполне понятно, так как нервный механизм, наряду с гуморальным, играет огромную роль в секреторной работе поджелудочной железы. Мы видим и здесь, что при условно-рефлекторной деятельности, требующей значительного напряжения коры больших полушарий, панкреатическая секреция резко снижается (отрицательная индукция).

Правда, необходимо оговориться, что некоторое воздействие на понижение секреции панкреатической железы и уменьшение отделения желудочного сока при условно-рефлекторной деятельности. Для окончательного решения вопроса нужно поставить опыты на собаке, имеющей одновременно изолированный желудочек и выведенный панкреатический проток.

Поскольку наше подопытное животное „Эдип“ оказалось обладателем сильного типа нервной системы, сшибки, переделки и т. д. не могли вызвать у него экспериментального невроза и давали только преходящие, поверхностные изменения в состоянии высшей нервной деятельности. Поэтому у „Эдипа“, в противоположность нашим данным у „Выдры“, мы не могли и не должны были получить резкого сдвига панкреатической секреции в период сшибок.

Какие же практические результаты дают полученные экспериментальные данные?

1. В обычной практической жизни в целях профилактики заболеваний органов пищеварения необходимо создать такие условия приема пищи, при которых все связанное с умственной, нервной работой должно отойти на задний план. Только при этом условии желудок и поджелудочная железа будут работать с максимальной силой, необходимой для правильного и эффективного пищеварения.

2. Клиника пищеварительных заболеваний должна с особенной чуткостью учитывать и оценивать роль нервной системы в патогенезе и течении многих заболеваний.

При этом существующий в этой клинике учет главным образом расстройств вегетативной нервной системы должен быть расширен в сторону изучения и оценки состояния высшей нервной деятельности. Необходимо широко поставить в клинике точное установление типа нервной системы и тех сдвигов, которые происходят в коре больших полушарий данного больного.

Учет этих нарушений и их терапевтическое исправление посредством одного из „рычагов управления больших полушарий головного мозга — брома“ (И. П. Павлов), может дать неоцененные услуги врачу в лечении целого ряда заболеваний пищеварительного тракта.

Выводы

- 1) Состояние коры больших полушарий головного мозга оказывает несомненное воздействие на секреторную работу желудочных желез.
- 2) Условно-рефлекторная работа резко сказывается на секреции желудка и поджелудочной железы в сторону ее снижения.
- 3) Экспериментальный невроз оказывает повышающее действие на секрецию желудочных желез.
- 4) Систематическое бромирование, излечивающее невроз, выравнивает нарушенную желудочную секрецию и возвращает ее к прежнему уровню.

Поступило в редакцию
17 апреля 1935 г

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов и Шумова-Симановская, Врач № 41, 1890. — 2. Нечаев, Дисс. СПб. 1902. — 3. Ушаков, Дисс. СПб. 1896. — 4. Савич, Изв. Ин-та Лесгафта 5, 45, 1922. — 5. Орбели, Арх. биол. наук 12, № 1, 1916. — 6. Лобасов, Дисс. СПб. 1896. — 7. К. М. Быков, Физиол. журнал СССР. XVI, в. I, 1933. — 8. Афанасьев и Павлов, Pflügers Arch. 187 8, 16, 123. — 9. Тонких, Pflügers Archiv. 200, 525. 1924. — 10. Попельский, Дисс. СПб. 1896. — 11. Бабкин и Савич, Ztschr. für Physiol. Chemie 56, 321. 1908.

DIE TÄTIGKEIT DER GROSSHIRNRINDE UND DIE ARBEIT DER INNEREN ORGANE

2. Mitteilung. Tätigkeit der Rinde und Arbeit des Magens und des Pancreas

Von S. M. Ryss, M. A. Ussiewitsch und W. J. Wwedenski

Aus der Physiologischen Abteilung (Vorstand — Akad. I. P. Pawlow) des Instituts der U. S. S. R. für Experimentelle Medizin

1. Der Zustand der Grosshirnrinde wirkt ohne Zweifel auf die sekretorische Arbeit der Magendrüsen ein.
2. Die bedingt-reflektorische Arbeit wirkt auf die Magen- und Pancreassekretion stark herabsetzend ein.
3. Die experimentelle Neurose wirkt deutlich verstärkend auf die Sekretion der Magendrüsen.
4. Die systematische Verabreichung von Brom, welche die Neurose heilt, gleicht die gestörte Magensekretion aus und bringt sie zum früheren Niveau zurück.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ В ПРИМЕНЕНИИ К МЫШАМ

Е. А. Ганике

Из физиологического отдела Всесоюзного института экспериментальной медицины

Настоящая работа ставила себе целью выработать для мышей условно-рефлекторную методику, по возможности похожую на ту, которая уже существует для собак, пользуясь, однако, для этого вместо секреторного лишь двигательным компонентом пищевой реакции — приходом по сигналу на еду.

Методика должна давать возможность длительной и интенсивной работы и вместе с тем она должна считаться с особенностями данного животного. Мышь нельзя стеснять, она должна пользоваться свободой в известном помещении и придерживаться своего режима ночного животного. Молодых мышей в особенности нельзя лишать тех привычных возбуждений, которые они получают в той среде, в которой выросли в своем выводке, иначе получается состояние заторможенности и оцепенения. Чтобы не иметь дела с этим осложнением, решено было придерживаться не индивидуальной, а коллективной формы опыта. При этом сейчас же выяснилось, что картина состояния коллектива невероятно подвижна, эффект от какого-нибудь раздражителя становится вполне зависимым от состояния коллектива в данный момент, и выступает повелительная необходимость всеми способами приблизиться к постоянству условий опыта.

При решении этой задачи приходится прибегать к предположениям, что большая подвижность и чувствительность мышей к воздействию всяких раздражителей есть действительное отображение процессов и возможностей в их центральной нервной системе; что у мышей, стоящих на лестнице развития значительно ниже таких животных, как собаки, нет ни такого значительного разнообразия проявлений центральной нервной системы, ни таких больших расхождений в индивидуальных признаках, как у собак. Предполагается, что видимое поведение коллектива мышей близко отражает все, что может происходить в центральной нервной системе этих животных. Принимается, наконец, что взаимоотношения между окружающей средой и отправлениями центральной нервной системы мышей отличаются сравнительной простотой, и если в окружающей среде есть агенты, выявляющие поведение коллектива, то этим, следовательно, даются способы, нащупывая состояние центральной нервной системы, приближаться к требуемым *caetera para*. В этом последнем и находятся основы построения методики — комплекс движений коллектива доступен анализу механическими приемами.

Двигаясь по помещению, мыши своею тяжестью приводят в действие регистрирующие приспособления. Прежде и легче всего под-

дается такому учету именно акт еды, наиболее легко приурочиваемый к определенному месту. По той же причине легко регистрируется и акт сна. Остальные проявления поведения мышей сводятся почти исключительно к игре, интенсивность которой можно измерять актометром того или иного устройства и до известной степени направлять по определенному руслу, придавая помещению то или иное определенное устройство. Раз требуется поставить ход опыта в зависимость от поведения мышей, то механизированная регистрация поведения может именно служить для этой цели. Дальнейшим следствием является проведение полного автоматизма уж во всем, исключение экспериментатора из хода опыта и охват всего суточного бодрого периода животного.

Приведенные предположения, не допуская точных расчетов, все же позволяют судить о характере совокупного действия участвующих здесь факторов и делать сравнения, которые могут достаточно выявить выгоды нашего случая перед многими другими подобными. Надо ожидать, что вполне определенные зависимости обнаружатся лишь частично, и придется предоставить опыту решить, насколько это окажется достаточным для достижения поставленных первоначально целей.

Итак, приходилось иметь дело с мышами, пользующимися полной свободой в устроенном известным образом помещении, и для обнаружения и измерения рефлекса надо было отмечать приход их по сигналу на еду. Все помещение было разделено на три части. Средняя — главное место пребывания мышей — салон, в виде легкой клеточки. К нему с противоположных концов примыкают столовая, цилиндр с дном и крышкой из алюминия и стенкой из целлулоида, и спальня — жестяной ящик с стеклянным окном и решеточкой для вентиляции. Как столовая, так и спальня являются чашками весов. Свободные щели, по необходимости оставленные между ними и салоном ради свободного их движения, не столь велики, чтобы мыши искали через них выхода на свободу. Посреди столовой находится кормушка с крышкой. Когда нужно, последняя открывается, и снизу появляется специально приготовленный пряник. Подобным же образом подается и молоко, и одновременно пускается раздражитель. Мыши, шесть штук (средняя численность выводка), по сигналу направляются в столовую, чтобы есть, и сила рефлекса измеряется тем, скоро ли они придут, в каком числе, вполне ли они используют время, предоставленное им для еды.

Суммарный эффект может быть выражен величиной площади, которую за время еды очерчивает на вращающемся барабане перо,двигаемое за ниточку опускающейся под тяжестью мышей столовой. Измерение этой площади было механизировано следующим образом: имелся электромагнит с Z-образным якорем, совершающим размахи под влиянием маятника; столовая замыкала при своем ходе вниз последовательно шесть (по числу мышей) контактов, которые (выдвиганием тычков) делали величину размахов якоря пропорциональной числу мышей в столовой. Соединенный с якорем толкающий рычаг захватывает соответственное число зубцов храповика, ось которого, наматывая шелковинку, двигает перо, которое на передвигаемом для каждой кормежки барабане вычерчивает ординату, по длине пропорциональную величине упомянутой площади. Ось храповика несет еще зубчатое колесо, к которому автоматически могут придвигаться меньшие зубчатые колеса, либо вычерчивающие ординаты, либо помощью счетчиков суммирующие за всю ночь эффекты от различных раздражителей, допуская таким образом возможность дробить регистрацию на различные категории.

Вся остальная разработка методики имеет в виду определение момента подачи еды и раздражителя. Прежде всего возникла необходимость выждать для этого момент, когда мышей нет в столовой. Зарегистрировать этот момент механизированным путем было не трудно: стоит только, чтобы весы столовой, опустившиеся под тяжестью хотя бы одной мыши, прервали электрическую проводку, которая пускает в действие механизм кормушки и раздражителя.

Такой способ разрешения поставленной задачи послужил прототипом для устройства механической регистрации всяких других моментов, в зависимости от которых желательно было поставить подачу еды и раздражителя. Подобно тому, как опустившаяся столовая прервала электрическую цепь, этого можно достичь и в отношении всякого другого механизированного момента. Мыши будут получать сочетание только в те сравнительно редкие моменты, когда все условия окажутся удовлетворенными одновременно — электрический ток пройдет только тогда, когда все прерываемые места цепи будут замкнуты (легкие платиновые контакты).

Далее нужно было исключить возможность подачи сочетания для случая сна. Механизация этого момента делается легко возможной благодаря инстинкту устроиться для сна поудобнее и потеплее. Жестяной ящик спальни, выстланный войлоком и надлежащим образом отапливаемый, был поставлен на свои особые весы, и когда они опускались под тяжестью известного числа мышей, электрическая проводка прерывалась.

Для дальнейшего наблюдения за поведением мышей салон, предназначенный для их пребывания в бодром состоянии, с лабиринтом элементарного устройства и небольшим беличьим колесом посередине, был тоже оборудован в виде весов. Весы наклонялись в одну или другую сторону в зависимости от того, скоплялись ли мыши преимущественно перед входом в столовую или спальню, и посредством контакта давали возможность для сочетания только при более равномерном распределении мышей по площади салона.

Регистрация всех этих признаков позволяет следить таким образом за нахождением мышей в известном числе в известных местах. Для регистрации же характерного признака подвижности салон был оборудован, как актометр. Наклонение его в одну или другую сторону, о чем только что было упомянуто, компенсировалось передвижением гири (на оси) под его полом (что и регистрировалось на барабане и управляло контактом). Кроме того, мелкие движения, зависящие от беготни мышей, отмечались чувствительным контактом, удары которого суммировались за $\frac{3}{4}$ минуты и в таком виде тоже записывались на барабане. Салазки, несущие соответствующее перо, управляют контактом, который замыкает цепь только тогда, когда измеренная указанным способом подвижность будет не менее заданной величины. Этим исключается возможность подачи сочетания в том случае, если бы мыши, расположившись известным образом в салоне, захотели там спать.

Еще один момент оказалось возможным механизировать. Расположение мышей и их подвижность все время меняются, и это обстоятельство тоже оказывается в числе признаков, определяющих состояние мышей. Можно поставить условием, чтобы сочетание подавалось только в том случае, если остальные признаки продержатся в заданных им пределах в течение минимум 5, 10, 15 и т. д. секунд. Реализация этого условия механизированным путем представляется в следующем виде: электрический маятник приводит в дей-

ствие электромагнит с толкачом на зубчатое колесо. Колесо начинает таким образом двигаться, лишь только остальные условия удовлетворены, и когда колесо успеет повернуться на заданную величину, раздается сигнал и подается еда. Если до этого момента условия успеют нарушиться, то сейчас же колесо возвращается в исходное положение. Оно снова приходит в движение, как только условия начинают совпадать. Не имея возможности долго пристально следить за сложным передвижением мышей, мы можем, однако, с удобством наблюдать за приближением коллектива к некоторому состоянию, когда колесо, сначала едва задвигавшись, сейчас же срывается назад, затем каждый раз делает все большее число „шагов“, возвращаясь на короткое время снова назад, и наконец делает положенное число шагов, требуемое для подачи сочетания.

Момент для подачи сочетания определяется таким образом: 1) нахождением или ненахождением мышей в том или ином месте, 2) подвижностью и 3) степенью выдержки, признаком времени. Все эти признаки по природе своей весьма различны, но все они зависят от состояния животного, и определенной комбинации их должно соответствовать и определенное состояние животного или же коллектива. Начав с удовлетворения очевидно необходимого условия, мы разработали методику по принципу, одинаково пригодному как для простой системы, в которой подобные задачи решаются с исчерпывающей полнотой, так и для сложной, где достижима лишь большая или меньшая степень приближения. Для целей работы, однако, не требуется находить исчерпывающую характеристику различных состояний, а требуется лишь в известных, определяемых задачами исследования, пределах точности отмечать возвращение к какому-то одному состоянию.

Для ведения опытов следует иметь также приспособление, которое устанавливало бы некоторый обязательный минимальный промежуток времени между отдельными сочетаниями, от 10 до 20 минут. Надо, кроме того, чтобы общее число сочетаний за ночь не превышало определенного числа, чтобы мыши чрезмерно не наедались и сохраняли бы определенный вес. Вообще к тем условиям, удовлетворение которых зависит от самих мышей, можно прибавлять еще сколько угодно внешних, и можно устанавливать между этими двумя родами условий какие угодно соотношения. Этим приходится пользоваться для того, чтобы составить экспериментатору-автомату подробную инструкцию на всю ночь. Напр., для опыта с прерывистым угашением: после некоторого числа обыкновенных сочетаний сигнала с едой начинается угашение — звонок раздается в положенное время, а еды нет. Если хотя бы одна мышь придет во время самого звонка или даже через две минуты после него, то по прошествии этих двух минут паузы звонок снова зазвонит, еды и на этот раз не будет. Рефлекс должен угасать, мыши все хуже приходят на такой звонок „с обманом“. Если они вовсе не придут ни во время звонка ни даже в течение двух минут после прекращения звонка, то должен появиться звонок с едой, и далее всю ночь должны уже быть только положительные сочетания. На время обманного режима устраняются все ограничительные условия кроме одного, а именно обязательного отсутствия мышей в столовой. Еще условие: первое по возобновлении положительное сочетание сопровождается, однако, отставанием еды от звонка на 20 секунд, дальнейшие сочетания, как всегда, совпадающие.

Привожу ход процедуры, которой приходится придерживаться при приготовлении мышей к опыту. Шесть мышат впускаются в по-

мещение. Пряник и молоко остаются всю ночь открытыми, и никакой раздражитель пока не дается. На вторую ночь уже можно начать сочетания. Можно сделать так, чтобы выход из спальни двух мышей уже давал позволение на сочетание. В столовой позволение давалось только при условии нахождения в ней трех или четырех мышей, ни более, ни менее. Тогда каждый раз с минимальным интервалом в 10 мин. подаются еда и раздражитель. Обычно бывает, что сначала при этом все мыши убегают, но после двух-трех раз любопытство берет верх, мыши принимаются есть, и понемногу приходят те, которые были в других частях помещения. Далее автоматическим перемещением контакта устраивается так, что число мышей в столовой, необходимое для подачи сочетания, делается все меньше и меньше, через каждые три сочетания число это уменьшается на единицу; оно было сначала 3—4, затем делается 2—3, 1—2, 0—1; и, наконец, еще в ту же ночь это условие делается абсолютно строгим, ни одна мышь не смеет быть в столовой, если должно состояться сочетание. В зависимости от того, как идет образование рефлекса,

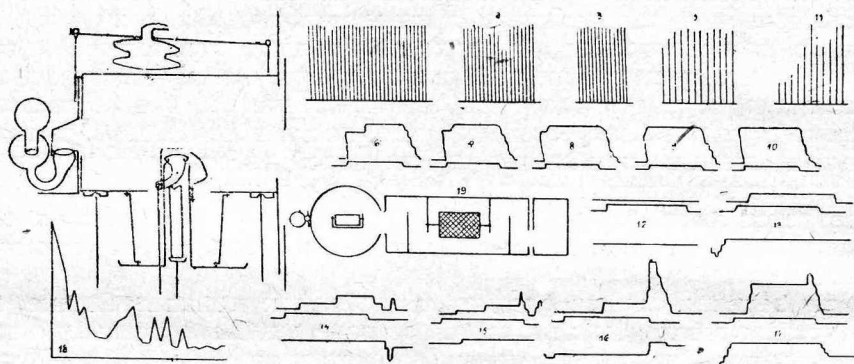


Рис. 1.

приходится повторять это большее или меньшее число ночей подряд, делая условия по возможности строже. Есть выводки, их можно в этом смысле назвать хорошими, которые на четвертую ночь дают такую картину, при которой ряд ординат представляет почти ровный частокол [рис. 1 (1)]. При этом нахождение в спальне трех мышей уже дает запрет, требование подвижности повышено, условие выдержки повышено до 20 сек. Но попадаются и плохие выводки, у них даже через полмесяца картина очень неровная [рис. 1 (2)]. Тогда можно поправить дело тем, что повысить пищевую возбудимость сокращением времени еды (средняя продолжительность около 1,5 мин.) и числа кормлений, и весьма быстро картина приобретает вид, показанный на рис. 1 (3). После этого можно уже сделать еду более обильной, без того чтобы пострадала четкость рефлекса.

Остается заметить, что вся та часть аппаратуры, которая производит шум и делает это именно при подаче сочетаний, вынесена в соседнюю комнату, так что остается лишь шум кормушки. Вся аппаратура разделена на две большие станции, соединенные между собой многожильным кабелем и свинцовыми трубами.

Исчерпывающего описания всех необходимых приспособлений не может быть здесь дано без риска войти в излишние подробности. Здесь дается лишь краткий перечень приспособлений в виде намеков, рассчитанных на конструктора и комбинатора.

Все электромагниты — с якорем, вращающимся между полюсами, где нужно, с масляным успокоителем. Для их работы служит аккумуляторная батарея в 8 вольт с суточным расходом в 10—12 ампер-часов. Для пневматики — газометр на 20—25 литров с давлением около 70 см водяного столба и автоматическим наполнением электромоторным насосом. Вся пневматическая работа осуществляется резиновыми баллонами плоских форм диаметром 3—5 см. Для соединений тонкие „звоночные“ свинцовые трубы и резиновые трубы в 2—3 мм диаметром. Роль кранов везде исполняют зажимы, в которых эти тонкие трубки зажаты рычагом, отогнувшимся ровно настолько, чтобы запереть воздух, и приподнимаемым электромагнитом или баллоном.

Размеры столовой: диаметр — 15, высота — 9 см. Салон: $30 \times 12 \times 8$ см. Спальня: $12 \times 8 \times 7$ см. Пряник ходит в алюминиевой коробке между стеклянными полозьями и поднимается пневматически. Коробка окружена прорезом в полу с уклоном [рис. 1 (4)], куда падают сыплющиеся при еде частицы пряника. Молоко появляется в отверстии в стенке столовой. Оправа для подъема молочника имеет подвижной щиток, чтобы при опускании закрывать отверстие в стенке без риска гильотинировать мышь. Поднимающийся пряник упирается в крючок, приделанный к коробке. Отошедшая в сторону крышка имеет над собой щиток, на который мыши могут садиться, не препятствуя обратному ходу крышки. Подводка воздуха к подъемной пневматике проложена резиновыми трубками так, чтобы не мешать чувствительности весов. Весы снабжены масляным успокоителем. Полный ход столовой вниз около 7 см. Имеется приспособление для изменения чувствительности, чтобы величина хода была та же при мышах различного возраста. Убыль веса столовой от расхода пряника и молока компенсируется автоматическим (контактом) подливанием ртути.

Размеры пряника: $85 \times 50 \times 7,5$ мм. Состав: весы грубо размолотой смеси равных частей пшеницы и ячменя 20 г, конопляного семени 1,5 г, молока 8 г, изюма 2 г, грецких орехов 2,5 г, моркови 2,5 г. Последние три вещества толкутся в ступе вместе с зерном, масса укладывается в солидную разборную железную форму (двойной длины, для печения сразу двух порций), выложенную промасленной бумагой, и выдерживается $\frac{1}{2}$ часа при 100°C .

Кимограф с горизонтальным барабаном на целый лист писчей бумаги. Из пяти по возможности сдвинутых перьев с разноцветными чернилами одно для сигнала, два по его бокам (на осях); одно для столовой, другое для спальни; напротив них — два пера на салазках движутся одно под другим: одно для записи подвижности, другое — движения контргруза салона. Вращательное и поступательное движения барабана совершаются нитями, наматываемыми системой колес, приводимой в движение электромагнитом через толкающий рычаг и храповик. Источник движения — 1,5-секундный электромагнитный маятник с двусторонним ртутным (в водородной ампулле) прерывателем на нем. Управление ртутными контактами, ведающими подачей еды и раздражителей как по продолжительности, так и по степени совпадения — при помощи ряда (6 штук) дисков с надставными зубцами (для действия на рычаги), насаженных на ось, которая в требуемый момент приводится в медленное движение (3 мин. оборот) тем же способом, как и кимограф.

При составлении инструкции все сводится к комбинированию функций отдельных приборчиков, устройство которых может быть самым примитивным. Если требуется чередовать различные раздражители или условия, то это достигается посредством вала с рядами (5—7) вставных колышков (36 штук по окружности). Вслед за каждым сочетанием вал передвигается на один шаг, и колышки, двигая ртутными контактами, готовят всевозможные перемены к следующему сочетанию. Если требуется вызвать запоздание какого-либо эффекта, то его можно приурочить к замедленному масляным тормозом на прямом или обратном направлении ходу якоря электромагнита или пневматического рычага. В пневматике для этого еще может быть применено изменение давления скачками при поднятии воды в трубке, вставленной в Вульфову склянку и снабженной расширениями на различных высотах; воздух выпускается и выпускается из склянки через урегулированные капилляры. Переход медленного пневматического движения в мгновенное может быть достигнут еще перекидывающимся рычагом на горизонтальной оси, несущим на себе установку с пневматическим передвижением гири, прикрепленной к шесту, ходящему по ту и другую сторону вертикали к оси рычага. Для прохождения воздуха с различной скоростью в прямом и обратном направлении служит раздвоение пути с включением капилляра в одну и ртутного клапана в другую ветвь. Если требуется, чтобы эффект, произведенный одним агентом, пребывал неопределенно долго до действия другого агента, то это осуществляется в виде поднятия рычага, удерживаемого в этом положении заскакивающим зубом, который новым агентом может быть отодвинут. Перечисленных приспособлений вполне хватает, чтобы подогнать даваемые ими комбинации к требованиям той программы, перед которой желательно поставить животное.

В виде первого примера будет приведен следующий опыт. У мышей, проводивших ночь за ночью в аппарате уже более полугода,

решено было, после выработки многих рефлексов, условных тормозов и дифференцировок, выработать рефлекс на новый тон, свисток в 5000 колебаний. На рис. 1 (5), представляющем собой вершины первых двенадцати ординат, можно проследить образование той небольшой доделки, которая должна была явиться прибавлением к образованным ранее рефлекторным связям. Рис. 1 (6—10) представляет записи опускания столовой во время первых пяти сочетаний, когда одна из мышей постепенно ускоряет свой приход на еду. Такой же опыт был проделан с теми же мышами за месяц до этого. Он представлен на рис. 1 (11) диаграммой из первых одиннадцати ординат: первая ночь выработки нового рефлекса на удары метронома (120 в минуту). В этих опытах задача, предъявленная животным, весьма нетрудна, результаты рельефны и отчетливы, испытание может быть названо „милостивым“, оно является скорее испытанием на четкость работы аппаратуры.

Регистрируемые таким образом эффекты нельзя, однако, во всех случаях рассматривать как выражение непосредственной реакции особи на даваемый раздражитель. Из заведомых осложнений тут будут рассмотрены два: шум от кормушки, благодаря которому к даваемым раздражителям присоединяется общая всем деталь, и рефлекс подражательности, который мог бы симулировать хороший рефлекс там, где у многих особей выработка его еще весьма отстает. Чтобы определить долю участия этих двух факторов, было сделано несколько опытов таким образом, что в длинном ряде сочетаний еды с раздражителем были включены опыты, когда еда подавалась без сопровождения раздражителем. В представленных шести опытах [рис. 1 (12—17)] верхняя линия принадлежит столовой, средняя — сигнальная, нижняя линия — спальной. Оказывается, что действие и того и другого фактора столь случайно и незначительно, что их обоих можно четко различить в полученных записях. Если на месте мыши представить себе ухо собаки или кошки, то каждый раз получались бы эффекты, мало чем отличающиеся от рефлекса с привычным раздражителем. У мышей же соотношения между силой даваемых раздражителей, силой посторонних звуков, радиусом действия последних (спальни оно, может быть, достигло только раз после 1,5 мин.), чувствительностью уха мыши (все опыты в абсолютной темноте) и ролью иных случайных моментов, как видно, совсем иные: эффект ничтожный.

Столь же определенный ответ дается и относительно подражательного рефлекса. На последней записи (фиг. 17) видно то, в чем он должен себя проявлять (в фиг. 16 эффект проявился только через 1,5 минуты после появления пряника), и из всех поставленных опытов маскирующий псевдоэффект появился только в одном. Редкость эта приводит к выводу, что если восприимчивость к подражанию поведению других особей при отправлении за едой имеет значение, то оно все же не дает эффектов, извращающих опытный материал. Таким образом те меры предосторожности, которые тут удалось осуществить, уже дают возможность приступить к работе. Они являются, однако, лишь первым приближением к намеченной цели.

В последнем приводимом теперь опыте видна предельная работоспособность методики в трудном случае и затронуты возможности дальнейших усовершенствований. Это — опыт выработки дифференцировки на два тона, положительный с 4500 и отрицательный с 3210 колебаниями в секунду. После достижения хорошего рефлекса на положительный свисток в течение ночи стали даваться 8 отрицательных при 16—18 положительных сочетаниях. Порядок чередования

положительных и отрицательных сочетаний был всегда один и тот же, т. е. соблюдался стереотип. Мыши на отрицательный свисток бегут в первый раз так же, как и на положительный, затем хуже. Затем приход совершается уже с запозданием, затем наблюдаются лишь единичные захождения в столовую и изредка даже полное воздержание за все время (две минуты) звучания свистка. Что разовой эффект во всех отдельных случаях явится весьма колеблющимся, этого следовало ожидать. Лучший материал для наблюдения за ходом процесса можно было найти в средних эффектах за всю ночь. Мерилом тут принята сумма мыш-минут, автоматически даваемая счетчиком за всю ночь, как выше было упомянуто. Путем нанесения этих величин, полученных за каждую ночь, в виде ординат и соединения вершин их ломаной линией получен рис. 1 (18).

Видно, что эти величины, сначала очень шаткие, приближаются затем к некоторому стационарному состоянию. Необходимые для этого время и степень достигнутого совершенства дифференцировки могут служить для характеристики данного коллектива. Невозможно удовлетвориться такой шаткостью там, где следует искать гораздо более равномерный процесс. Если искать причины этой шаткости, то надо прежде всего иметь в виду влияние коллективной формы опыта и применения двигательной реакции вместо секреторной. Внесение большей специфичности может на данном этапе быть достигнуто только усовершенствованием устройства салона. Надо, чтобы в салоне имелись возможности далеко идущего распыления коллектива с выравниванием шансов для каждого отдельного индивида и понижением шансов для случайного захождения в столовую. Такие задачи требуют устройства лабиринтов, столь широко применяемых именно при исследовании поведения крыс и мышей. Примитивный лабиринт, с которым начата работа, представляет собой лишь осуществление самого первого проекта [рис. 1 (19)], тогда как огромный, еще неиспользованный запас приспособляемости, инициативы и реактивности этих идеальных для такой обстановки животных допускает еще большие возможности.

Поступило в редакцию
2 сентября 1935 г.

METHODIK DER ÜNTERSUCHUNG DER BEDINGTEN REFLEXE BEI DEN MÄUSEN

Von E. A. Gänike

Aus der Physiologischen Abteilung des Instituts für Experimentelle Medizin der U. d. S. S. R., Leningrad

Die Methodik beruht auf der Erscheinung von sechs Mäusen zum Essen, nachdem ihnen ein besonderes Signal gegeben wird. Der Raum für die Mäuse besteht aus einem Speisezimmer, einem Gastzimmer und einem Schlafzimmer. Das erste und letzte Zimmer sind jedes auf eine besondere Wage gestellt, das zweite ist wie ein Aktometer eingerichtet. Die Bewegungen der Räume werden an einer Trommel registriert. Die Bewegungen des Speisezimmers, welches unter dem Gewicht der auf das Signal zum Essen kommenden Mäuse hinuntersinkt, werden noch mechanisch integriert, wobei die Intensität der Nahrungsreaktion gemessen

wird. Die Verabreichung des Essens und das Signal sind automatisch und hängen von einer Reihe von Bedingungen ab: von dem Ausbleiben der Mäuse aus dem Esszimmer, von der grösseren oder geringeren Belastung des Schlafzimmers durch die ausruhenden Mäuse, von der mehr oder minder gleichmässigen Verteilung der Mäuse auf der Fläche des Gastzimmers, von dem Beweglichkeitsgrad der Mäuse und von dem Zeitraum, welcher ohne Störung der gestellten Bedingungen verläuft. Das Zusammenfallen der letzteren muss die Beständigkeit der Versuchsbedingungen, die Garantie gleichmässiger Ergebnisse zustande bringen. Das Programm des Versuchs, welcher im Laufe der ganzen Nacht, mit Abwechselung verschiedener Reize ausgeführt wird, wird automatisch zustande gebracht. Es werden die Einzelheiten der Apparatur beschrieben, Probeversuche und Hinweise auf die weiteren Entwicklungswege der Methodik gegeben.

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ КОЛЕБАНИЙ, НАБЛЮДАЕМЫХ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ

О. В. Вернке

Всеукраинская психоневрологическая академия. Экспериментальный институт, лаборатория условных рефлексов (зав.—проф. Г. В. Фольборт)

При изучении какого-либо физиологического явления обычно в первую очередь возникает вопрос об его постоянстве.

Особенно резко этот вопрос встает при количественной оценке деятельности железистых органов, так как количество выделенного сока считается в большинстве случаев основным показателем интенсивности деятельности железы.

В этом отношении специального внимания заслуживают слюнные железы не столько по важности их физиологической роли, сколько по той причине, что эти железы в известных специальных методиках используются в физиологическом эксперименте как показатели интенсивности деятельности других функций [условные рефлексы по Павлову (1)] или как показатели развития определенных процессов в организме [изучение процессов восстановления по Фольборту (2)].

С последней точки зрения особый интерес представляют те колебания, которые обнаруживаются в количественной стороне деятельности слюнных желез у нормальных животных, не подвергшихся никакому ограничению их нервной деятельности. В таком неискаженном, несуженном виде мы имеем возможность наблюдать деятельность слюнных желез у оперированных по способу Глинского (3) собак с хроническими фистулами.

Большинство работ, проведенных на животных, оперированных таким образом, показало точную зависимость интенсивности работы слюнных желез от количества применяемого раздражителя, а также от известных специальных свойств раздражителей полости рта [Вульфсон (4), Зельгейм (5), Снарский (6)]. Действительно, определенные свойства раздражителя, например сухость пищевого раздражителя или химические свойства отвергаемых веществ, играют решающую роль в определении работы слюнных желез. Но вместе с тем даже при точном соблюдении одинаковых условий в обоих отношениях количественная сторона работы отдельных желез представляла всегда известные колебания.

Можно было думать, что эти колебания зависят от общей возбудимости животного, как в свое время наблюдали Болдырев (7) и Фольборт (8), или от образования условных рефлексов, как в случае, описанном Семерниной (9) в лаборатории Фольборта в Психоневрологическом институте в Харькове. Семерниной было установлено, что при еде мяса в течение первых опытов слюна из околоушной железы не выделялась, но при постепенном привыканий

животного ко всей опытной обстановке понемногу устанавливается слюноотделение на мясо, очевидно в силу иррадиации пищевого рефлекса. Это отделение из *parotis* постепенно увеличивается, пока не достигнет какого-то своего максимума, на котором оно и останавливается.

Все эти колебания наблюдались на совершенно нормальных в нервном отношении животных и, повидимому, значительная часть их объясняется изменением величины реакции за счет образования и колебаний условных рефлексов. Однако, во многих случаях при применении по возможности изолированного безусловного рефлекса, в деятельности как околоушной, так и подчелюстной желез наблюдаются довольно резкие колебания, которые трудно связать с каким-либо определенным моментом.

Работая над изучением извращения пищевой возбудимости под влиянием изменения химизма тела животного, мы встали перед вопросом о получении более постоянных норм деятельности слюнных желез. Для нас это важно потому, что плотный остаток слюны является показателем пищевой или отвергаемой реакции животного, а скорости секреции, как показывают острые и хронические опыты [Ludwig (10), Heidenhein (11), Фольборт и Рыскальчук (12)], не являются безразличными для концентрации слюны, получаемой в ответ на те или другие раздражители.

Эти соображения поставили перед нами вопрос о возможности избежать количественных колебаний в работе слюнных желез или выяснить их происхождение.

С целью выяснения вопроса, чем вызываются эти неправильные колебания интенсивности секреции при том или ином раздражении, мы ставили опыты следующим образом: собака помещалась в станок и обычным способом подготавливалась к опыту. Применявшиеся пищевые и отвергаемые раздражители давались животному в течение 30 сек. После прекращения раздражения слюна собиралась еще следующие 30 сек. Каждый раздражитель давался через 5—10' после полного прекращения отделения слюны от предыдущего раздражения. В течение опыта мы применяли несколько раз один и тот же раздражитель. Наши опыты были проведены на трех собаках.

В таблице 1 сведены результаты некоторых опытов.

Как видно из таблицы, секреция каждой из желез представляет некоторые неправильные колебания.

Однако есть возможность усмотреть и определенную правильность во влиянии каждого раздражителя. Если мы сложим количество слюны из обеих желез, то мы увидим, что получаются более или менее одинаковые количества слюны, представляющие для каждого раздражителя очень небольшие колебания.

Эта сумма количества слюны из тех и других желез представлена в последней графе чисел на табл. 1. Как видно, общее количество слюны колеблется значительно меньше, чем секреция каждой группы желез в отдельности. Очевидно, ослабление деятельности одной железы связано с усилением деятельности другой.

Понять эти колебания в деятельности отдельных слюнных желез при постоянстве общего количества слюны можно следующим образом. Величина реакции слюнных желез вызывается определенным свойством раздражителей: сухость пищевых веществ и определенные химические свойства отвергаемых веществ. Вместе с тем эти раздражающие свойства ослабляются поступающей в рот слюной (сухие вещества смачиваются, химически активные вещества разбавляются

и нейтрализуются). Ясно, что при недостаточной деятельности одной из желез возбуждающие свойства раздражителя остаются еще достаточно сильными, чтобы возбуждать работу других желез; поэтому уменьшенная деятельность одной железы должна повлечь за собой усиление работы другой железы.

ТАБЛИЦА 1

№№ п/п	Раздражитель	Количество слюны		Общее количество слюны
		Parotis	Submaxil.	
Собака „Рыжик“				
1	Сухарный порошок	1,4	2,8	4,2
2	Мясной „	1,4	2,5	3,9
3	Сухарный „	1,5	2,3	3,8
4	Мясной „	1,4	2,8	4,2
5	Сухарный „	1,0	2,6	3,6
6	Мясной „	0,8	3,0	3,8
7	Сухари	0,9	1,4	2,3
8	Соляная кислота	2,6	1,6	4,2
Собака „Джим“				
1	Мясной порошок	2,4	3,2	5,6
2	Сухарный „	1,8	3,4	5,2
3	Мясной „	2,4	3,2	5,6
4	Сухарный „	2,2	3,4	5,6
5	Сухари	2,0	2,0	4,0
6	Сухарный порошок	2,6	3,0	5,6
7	Сухари	2,0	2,4	4,4
8	Соляная кислота	4,6	3,4	8,0
9	Соляная кислота	5,0	3,6	8,6

Неодинаковое влияние на разные железы при повторных применениях одного и того же раздражителя становится ясной из следующих соображений. Раздражитель, попадая в рот, действует на разные точки воспринимающей поверхности полости рта. Как показали клинические работы Красногорского (13) на детях и экспериментальная работа Складорова (14) над изучением параллелизма в деятельности околоушных желез правой и левой стороны, более сильное возбуждение работы желез той или другой половины тела зависит от того, с какой стороны раздражитель прикладывается к полости рта. Если раздражитель прикладывается к правой стороне, то отвечают на раздражение, главным образом, железы правой стороны; если — слева, то сильнее отвечают левые железы. Это касается разных сторон тела, но одноименных желез (околоушных). Из работы же Геймана (15) мы видим, что такое же соотношение действительно существует между отдельными точками воспринимающей поверхности полости рта и разными группами слюнных желез, т. е., что одни места полости рта связаны больше с работой околоушных желез, другие — больше со слюнными железами. При неравномерном попадании пищи в полость рта и ее неодинаковом распределении по разным частям этой воспринимающей поверхности, всегда могут получаться разные условия для возбуждения той или иной группы желез. Общее же количество отделяемой слюны, если считать пищевую возбудимость животного одинаковой при каждом раздражении,

определится только тем количеством жидкости, какое необходимо, чтобы погасить раздражающие свойства того или другого вещества. Поэтому общее количество слюны при действии определенного количества сухаря, порошка или кислоты будет колебаться лишь в небольших пределах; распределение же секреторной деятельности между отдельными группами желез может представлять очень большие колебания.

Интересно, что при таком толковании очень отчетливо выступает фактор пищевой возбудимости животного. Как известно из опытов Болдырева (7), Фольборт (8), Хазен (16), Семерниной (9) и ряда других, по мере насыщения животного его пищевая возбудимость падает, и это сказывается на интенсивности реакции слюнных желез. Из табл. 1 видно, что наблюдаются колебания в деятельности околоушной и подчелюстной желез, но общее количество слюны, получаемой из обеих желез, в течение опыта при одном и том же раздражителе дает лишь еле заметные колебания. Вместе с тем эти колебания представляют вполне определенную тенденцию: они понижаются к концу опытного дня. Хорошим примером являются 3 дачи сухарного порошка в течение опыта: 4,2, 3,8, 3,6. Очевидно, здесь сказывается постепенное падение пищевой возбудимости. Если же рассматривать величины, даваемые каждой железой в отдельности, то эта правильность в значительной мере извращена.

Выводы

При возможно более тщательном уравнивании условий опыта повторные раздражения полости рта одним и тем же веществом дают иногда довольно значительные колебания реакции околоушной и слюнистых слюнных желез. Если брать общее количество слюны, т. е. складывать количества слюны, полученные из разных желез, то получаются значительно более однообразные цифры, колебания сглаживаются. Однако замечается все же некоторое падение секреции обеих желез к концу опыта. Объясняются эти явления следующими моментами:

1) разные точки полости рта связаны с разными группами желез, поэтому при неравномерном распределении раздражающих веществ в полости рта получается неодинаковая работа той или другой группы желез;

2) общее количество слюны определяется тем, какое количество слюны необходимо для нейтрализации раздражающих свойств веществ, попадающих в полость рта, а в случаях пищевых веществ также и уровнем пищевой возбудимости данного животного.

Глубокоуважаемому проф. Георгию Владимировичу Фольборт, по предложению и под руководством которого была проведена эта работа, приношу искреннюю благодарность.

Поступило в редакцию
17 мая 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Павлов. Условные рефлексы. 20-летний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. ГИЗ, 1928. — 2. Г. В. Фольборт. Русск. физиол. журнал, т. 7. Он же. Природа, № 10, 1934. — Фольборт и Фельдман. Труды V Кавк. съезда физиологов, Ростов н/Д. 1933. — 3. Глинский. Труды О-ва русск. врачей, СПб. 1895. — 4. Вульфсон. Дисс. СПб. 1898. — 5. Зельгейм. Дисс. СПб. 1904. — 6. Снарский. Дисс. СПб. 1901. — 7. В. Н. Болдырев. Харьк. мед. журнал 1907. — 8. Г. В. Фольборт. Труды О-ва русск. врачей, 1910. — 9. А. В. Семернина. Труды психоневрол. ин-та, т. XXIV. Л. В. О. У, 1922. — 10. Ludwig

цитир. по Бабкину. Внешняя секреция пищеварительных желез, 1927. — 11. Heidenhain. Hermann's Handb. der Physiol. Bd. 5, I. — 12. Фольборти Рыскальгук. Русск. физиол. журн. 8, 1925. — 13. Krasnogorski. Ergebn. der inner. Med. u. Kinderheilk. Berlin. Bd. 39. 1931. — 14. Н. П. Скляр ов. Труды психо-неврол. ин-та, т. XXI, Л. В. О. У., 1932. — Гейман. Дисс. СПб, 1904. — 16. Хазен. Дисс. СПб, 1908. — 17. Былина. Дисс. СПб, 1910.

ZUR ANALYSE EINIGER SCHWANKUNGEN, DIE IN DER TÄTIGKEIT DER SPEICHELDRÜSEN VORKOMMEN

Von *Olga Wernke*

(Kharkow)

Bei möglichst sorgfältiger Innehaltung gleicher Versuchsbedingungen ergeben wiederholte Reize der Mundhöhle mit ein und demselben Stoff: Zwieback, Fleischpulver und Säure in den Wirkungen auf die Ohrspeicheldrüse und die Schleimspeicheldrüsen beträchtliche Schwankungen.

Wenn man die Gesamtmenge des aus Parotis und Submaxillardrüsen erhaltenen Speichels summiert, so erhält man gleichmässiger Zahlen, die Schwankungen werden mehr ausgeglichen. Zum Schluss des Versuches kann man oft eine Verminderung der Absonderung aus beiden Drüsen feststellen. Diese Erscheinungen lassen sich durch folgende Momente erklären.

1) Verschiedene Stellen der Mundhöhle sind mit verschiedenen Drüsengruppen verbunden, daher ergibt sich bei ungleicher Verteilung der Reizstoffe in der Mundhöhle eine ungleiche Arbeit der einen oder anderen Drüsengruppe.

2) Die Gesamtspeichelmenge wird durch die zur Neutralisierung des in die Mundhöhle eingeführten Reizes nötige Speichelmenge bestimmt. Im Falle eines Nahrungsreizes ist auch die Höhe der Nahrungserregbarkeit des Tieres von Bedeutung.

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СТРИХНИЗАЦИИ И КОКАИНИЗАЦИИ ОДНОЙ ЧАСТИ СПИННОГО МОЗГА НА РЕФЛЕКТОРНУЮ ВОЗ- БУДИМОСТЬ ДРУГИХ ЕГО ЧАСТЕЙ

П. П. Герасимович

Из физиологической лаборатории Витебского ветеринарно-зоотехнического института

Локальное изменение возбудимости (повышение или понижение) ц. н. с. является одним из наилучших методов выяснения межцентральных отношений деятельности ц. н. с. Это изменение может достигаться различными путями, в том числе и воздействием на нервную систему химическими агентами. В связи с наличием в физиологической литературе различных точек зрения на характер и природу межцентральных отношений в деятельности ц. н. с. мы решили исследовать этот вопрос в свете теоретических концепций учения о парабии, избрав для этой цели методику локальной стрихнизации и кокаинизации отделов головного и спинного мозга с учетом влияния их на другие отделы, функционально связанные с ними. При проведении работ брались на учет и все другие факторы, так или иначе действовавшие на изменение локальной возбудимости (механические, травматические и др.). Работы в этом направлении разбиваются на несколько серий:

I

Влияние локальной стрихнизации *partis brachialis* на рефлекторную возбудимость *partis lumbalis* спин- ного мозга

Исследованием вопроса о влиянии локальной стрихнизации спинного мозга на рефлекторную деятельность занимался целый ряд физиологов: Baglioni, Amantea, Dusser-de-Barenne, Беритов, Виноградов и др. Результаты работы одних (Baglioni, Беритов) сводятся к тому, что локальная стрихнизация какого-либо отдела спинного мозга не изменяет рефлекторной деятельности неотравленных отделов. Наоборот, работы других физиологов (Ленинградская школа) заключают в себе данные о том, что такая стрихнизация создает условия для торможения рефлекторных реакций центров неотравленных участков.

Этот вопрос, несмотря на его кажущийся частный характер, имеет довольно глубокое принципиальное значение, так как иллюстрирует характер межцентральных отношений, имеющих место в ц. н. с. Выдвинутое Sherrington положение, что ц. н. с. не представляет собой агрегата отдельных рефлекторных механизмов, лишь функционально связанных между собой в большей или меньшей степени, а действует как одно целое, создает особый подход к пониманию процессов центральной иннервации. В связи с этим в последние годы физиологическая мысль выдвигает на первый план динамику межцентральных отношений, характер которой определяет в конечном счете ту или иную реакцию животного организма.

С этой точки зрения, всякий процесс, возникший в любом месте ц. н. с., как динамический процесс, не может не влиять на функциональное состояние всякой другой области единой системы. Такое представление как будто идет в разрез с понятием сегментальной рефлекторной дуги как некоторой морфологической и функциональной единицы рефлекторного аппарата.

Указанные выше опыты с локальной стрихнизацией определенного отдела спинного мозга, казалось бы, могли дать определенный ответ на вопрос о характере межцентральных отношений. М. И. Виноградов (1923 г.) на основании своих экспериментальных наблюдений утверждает, что с повышением возбудимости одних, локально-стрихнизированных участков спинного мозга (искусственная доминанта) происходит сопряженное торможение других, неотравленных участков, лишь функционально связанных с первыми. Для определения изменения рефлекторной возбудимости автор пользовался методикой Тюрка, т. е. определял время реакции от момента раздражения кожи кислотой до момента двигательной реакции. Беритов и Нивинская (1925 г.), повторяя опыт с той же методикой, приходят к заключению, что подмеченный Виноградовым феномен сопряженного торможения зависел от методических особенностей его работы, следствием которых являлся парабноз кожных рецепторов, и что повышение возбудимости в одних участках мозга отнюдь не сопровождается понижением ее или торможением других участков.

Противоречивые результаты, полученные различными авторами, побудили нашу лабораторию воспроизвести эти опыты с целью выяснения источника противоречий и, по возможности, установления определенных зависимостей в динамике процессов центральной иннервации. Ближайшей целью наших экспериментальных работ было выяснение того, может ли определенная группа нервных центров как головного, так и спинного мозга с искусственно измененной возбудимостью оказать влияние на протекание рефлекторного процесса в других отделах спинного мозга и выяснение характера такого влияния.

С этой целью было поставлено несколько серий опытов над лягушками (*rana temporaria*) в течение осеннего и зимнего периодов, причем изменение возбудимости различных отделов головного и спинного мозга достигалось методом локальной стрихнизации и кокаинизации, а измерение степени рефлекторной возбудимости производилось по методу Тюрка.

Ввиду указаний Беритова на возможность влияния особенностей методики на рефлекторные реакции были произведены параллельные наблюдения над неотравленными лягушками, но подвергшимися той же операции (вскрытие мозга) и поставленным в те же условия фиксации, в каких находились отравленные животные. Кроме того, были произведены наблюдения над лягушками, у которых при прочих равных условиях на вскрытую часть мозга накладывалась фильтровальная бумажка, смоченная одним лишь физиологическим раствором.

В других опытах на эти же части мозга накладывалась фильтровальная бумажка, смоченная раствором стрихнина (0,04%) или кокаина после предварительной обработки 10% раствором гуммиарабика (нейтральной реакции).

В начале работы приведем данные, полученные с локальной стрихнизацией р. brachialis. В этой серии опытов у животного предварительно удалялся весь головной мозг и удалением дуг трех первых спинных позвонков обнажалась р. brachialis спинного мозга и осторожно снималась ее оболочка. После этого животное давался отдых в среднем около 30 мин., после чего животное фиксировалось на пробковой пластинке булавкой за ротовую часть в вертикальном положении. Для измерения рефлекторной возбудимости подбирался раствор серной кислоты такой концентрации, чтобы лапка, опущенная в этот раствор, давала флексорную реакцию через 7—15 сек. по метроному. После установления степени рефлекторной возбудимости несколькими последовательными пробами на кислоту и получения постоянной величины, на обнаженную р. brachialis накладывался кусочек фильтровальной бумажки (1 мм²), обработанный указанным способом; при этом предварительно осушалось место приложения бумажки. Затем, через равные интервалы времени вновь исследовалась рефлекторная возбудимость задних лапок при наблюдении за временем наступления флексорной реакции. Бумажка оставлялась на поверхности мозга около 20—30 мин., после чего осторожно удалялась.

Наряду с кислотным раздражением наносились также механические раздражения различного характера и интенсивности (тактильное: прикосновение, поглаживание, давление; болевые: шипок пиндотом разной силы). Обращалось внимание на то, чтобы интервалы между раздражениями всякого рода были бы одинаковы. Ввиду большой чувствительности метода Тюрка, могущего уловить малейшие изменения в рефлекторной возбудимости, иногда зависящие даже от вмешательства посторонних причин (удар лапки о поверхность жидкости при быстром погружении в кислоту, случайное прикосновение лапки к стенке стакана и т. д.) было обращено внимание на учет всех имевших место во время опыта посторонних влияний на препарат.

Наконец, в определенной стадии опыта путем поперечного разреза удалялась отравленная (либо неотравленная) р. brachialis, и вновь исследовалось состояние рефлекторной возбудимости, конечно, при учете влияния самого оперативного вмешательства непосредственно вслед за перерезкой мозга.

Результаты

Результаты поставленных опытов могут быть сведены в следующие группы. Во всех тех опытах, в которых р. brachialis не подвергалась отравлению и была тщательно вскрыта, в течение всего опыта не замечалось никаких изменений рефлекторной возбудимости задних конечностей в ответ как на кислотные, так и на механические раздражения. Только в случае длительных опытов к концу их можно было заметить постепенное понижение рефлекторной возбудимости задних конечностей. Это определенно говорит о том, что при условии тщательности постановки всего эксперимента в целом и его отдельных моментов: вскрытие р. brachialis, накладывание фильтровальной бумажки, фиксация и подбор животных, можно добиться исключения влияния на протекание рефлекторных реакций ц. н. с. различных факторов, могущих так или иначе затемнить картину влияния локальной стрихнизации на характер рефлекторной возбудимости ц. н. с.

С другой стороны, так называемые „неудачные“ контрольные опыты оказываются дополнением к методике локальной стрихнизации в смысле выяснения межцентральных отношений ц. н. с. В самом деле, все манипуляции над р. brachialis часто сами по себе, помимо локальной стрихнизации, являлись факторами, изменяющими функциональное состояние центров р. brachialis. В результате этого мы имеем даже у контрольных животных изменение рефлекторной возбудимости задних конечностей иногда в сторону повышения, иногда в сторону понижения. Не приходится уже говорить о том, что в длительных опытах имели место такие факторы, как воспалительные изменения р. brachialis, истощение ц. н. с. и даже утомление всего организма. Это, конечно, оказывало влияние на рефлекторные реакции задних конечностей, являвшихся в условиях нашего эксперимента главным показателем межцентральных отношений.

Вот почему, избирая методику локальной стрихнизации ц. н. с. для выяснения межцентральной иннервации, нужно пользоваться ею с известными поправками, принимая во внимание каждый раз все особенности каждого эксперимента в целом, экспериментального животного и даже самого экспериментатора. Это предостережет автора от возможно большего количества ошибок в смысле истолкования влияния локальной стрихнизации в тех случаях, где оно, может быть, и не имело решающего значения в отношении характера тех или иных реакций задних конечностей. Одновременно такой подход даст возможность наблюдать изменения межцентральных отношений в ц. н. с. под влиянием всех факторов, имевших место при эксперименте, и тем самым позволит более полно представить картину исследуемого процесса.

Объяснение Беритова, состоящее в том, что некоторое понижение рефлекторной возбудимости, наблюдаемое в конце опыта, как при отравлении *p. brachialis*, так и помимо его, зависит от парабиоза периферических нервных аппаратов кожи благодаря длительному действию на них кислоты, безусловно недостаточно. Если бы понижение возбудимости зависело только от периферического парабиоза под влиянием кислоты, то в таком случае приложение кислотного раздражения к тем участкам кожи, на которые кислота ранее не действовала, должно было бы вызвать более быструю реакцию. Мои же наблюдения показали, что и в случае приложения кислотного раздражения к свежим местам кожи в пределах того же рецептивного поля, в конце опыта имеет место такое же понижение степени рефлекторной возбудимости, как и при кислотном раздражении прежних участков. Это обстоятельство, не исключая возможности изменения состояния периферической нервной системы, определенно указывает на то, что наблюдаемое в большинстве случаев в наших опытах понижение возбудимости задних конечностей зависит от процессов центрального характера, совершающихся в ц. н. с. и обуславливаемых общим состоянием организма. Если произвести поперечный разрез через спинной мозг между 4 и 5 сегментами, то эта операция, сопровождаемая шоком ц. н. с., конечно, вызывает сначала сильное торможение всех рефлекторных реакций, но после того как животное оправится от операции и следы шока исчезнут, рефлекторная возбудимость задних конечностей вновь возвращается, приблизительно, к прежней величине, иногда оставаясь несколько ниже ее, иногда превышая. Замечаемое в некоторых случаях изменение возбудимости от поперечного разреза спинальной оси зависит, как показали старые наблюдения Rosental (1873) и Bickel (1898), от близости места разреза.

Во всех контрольных опытах той модификации не наблюдалось никаких изменений со стороны рефлекторной возбудимости передних конечностей, иннервируемых *p. brachialis*, при условии тщательного вскрытия этого сплетения и осторожного накладывания фильтровальной бумажки. Совершенно другие результаты получались в тех опытах, когда на *p. brachialis* накладывалась бумажка, смоченная стрихнином. В этих случаях возбудимость отравленных стрихнином нервных центров, в ответ на механическое раздражение, была повышена, если только при операции не была задета поверхность *p. brachialis*. Приложение к коже передних конечностей кислотного раздражения в случае отравления *p. brachialis* в большинстве случаев или не давало эффекта, или же давало значительно ослабленные реакции. На задних конечностях через несколько минут после стрихнизации (7—12—18) наблюдалось определенно выраженное понижение рефлекторной возбудимости, которая проявляла тенденцию к дальнейшему понижению настолько, что время реакций удлинялось в 5—6 раз. Удаление стрихнизированной бумажки в тех случаях, когда оно производилось без механического раздражения поверхности мозга, не изменяло степени пониженной возбудимости задних лапок в течение всего опыта, и только удаление отравленной *p. brachialis* путем перерезки спинного мозга приводило по исчезновении операционного шока к тому, что рефлекторная возбудимость задних лапок возвращалась к первоначальной величине и в некоторых случаях даже превышала последнюю. Исследуя рефлекторную возбудимость задних лапок на механические раздражения, мы в огромном большинстве случаев находили, что возбудимость в ответ на механические раздражения не понижена, приблизительно в половине случаев оставаясь неизменной, а иногда (в 25%

случаев) даже повышена. Другими словами, в зависимости от характера раздражений, приходящих в рефлекторный аппарат флексоров задних конечностей, флексорный рефлекс последних может или остаться неизменным, или оказаться заторможенным (resp. возбужденным). В обычных условиях ведения опыта раздражение наносилось на рецептивное поле флексорного рефлекса (область ступни и пальцев) и флексорная реакция являлась типичной для такого рода раздражения. Но наряду с этим имели место случаи так наз. „рефлекторных извращений“, которые однако находились в закономерной зависимости от предшествующих функциональных состояний препарата. Так, например, после стрихнизации *p. brachialis* задняя лапка не только отвечала на раздражение сгибанием, но сейчас же после этой реакции на той же лапке наступал рефлекс потирания, направленный на переднюю конечность. В других случаях, когда одна из задних лапок, ради технических удобств, была слегка отведена в сторону с помощью лямки из влажной ваты, задняя лапка противоположной стороны, после раздражения, также давала, помимо сгибательного еще и „потирательный“ рефлекс, но этот последний был направлен на место приложения лямки отведенной конечности. При односторонней стрихнизации *p. brachialis* рефлекторная возбудимость задних и передних конечностей по отношению к химическим и механическим раздражениям претерпевала в сущности те же изменения, которые были отмечены выше, но при этом изменение рефлекторных реакций особенно резко сказывалось на конечностях той же самой стороны. Кроме того, можно было заметить, что интенсивность рефлекторных сокращений задних лапок после стрихнизации становится значительно меньше; при односторонней стрихнизации задняя лапка на противоположной стороне сокращается энергичнее, чем задняя лапка на стороне отравления.

Анализ результатов

Анализ полученных результатов с несомненностью устанавливает зависимость изменения рефлекторной возбудимости в нервных центрах задних конечностей от искусственного повышения ее при помощи стрихнина в центрах брахиальной области. Это определенно подтверждает факты, приводимые в работах Виноградова, Уфлянда и др. Созданный стрихнином очаг повышенной возбудимости в брахиальной области не может остаться без влияния на остальные центры спинного мозга, в данном случае на центры поясничной области. Это не значит, конечно, что стрихнин, приложенный к *p. brachialis*, приводит какой-то активный процесс в ц. н. с. путем растекания по последней. Речь идет лишь об изменении возбудимости (в сторону ее повышения) центров *p. brachialis*, откуда возбуждение распространяется по всей ц. н. с. и в частности на *p. lumbalis*, создавая условия понижения лябильности или даже торможения в центрах флексоров задних конечностей, в зависимости от функционального состояния этих центров и прилагаемого к коже задних конечностей кислотного раздражения. Отмеченный факт повышения возбудимости люмбальных центров до первоначальной величины после удаления отравленного участка определенно говорит в пользу причинной зависимости наблюдавшегося торможения флексорной реакции задних конечностей от искусственно-повышенной возбудимости брахиальной области. Тем более этот вывод напрашивается тогда, когда удаление *p. brachialis* у контрольных животных резко не изменяло первоначальной рефлекторной возбудимости задних конечностей.

Другой результат, вытекающий из наших опытов, состоит в том, что на фоне пониженной лябильности нервных центров явления торможения рефлекторных реакций зависят от характера тех внешних раздражений, которые падают на афферентную часть рефлекторной дуги. Действительно, торможение флексорной реакции задних лапок, проявившееся удлинением скрытого периода реакции, имело место только в том случае, если на кожу действовало кислотное раздражение. При тех же самых условиях механическое раздражение, как тактильное, так и болевое, в большинстве случаев или не изменяло скрытого периода реакции или даже укорачивало его. Это обстоятельство не только лишний раз подтверждает зависимость перехода процессов возбуждения в тормозные процессы от силы и частоты внешних раздражений и лябильности нервных аппаратов, но имеет еще и другое значение. Оно ясно указывает на то, что в наших опытах не сам по себе стрихнин вызывает каким-то образом тормозной процесс в люмбальных центрах, но что дело сводится к изменению функциональной подвижности этих центров. За это говорит также отмеченный нами факт понижения интенсивности рефлекторных сокращений по мере развития стрихнинного отравления брахиальной области.

Характерно также отметить состояние возбудимости центров отравленной стрихнином *p. brachialis* при раздражении передних конечностей механическими раздражениями и кислотой. Механическое раздражение обнаруживает повышение рефлекторной деятельности передних конечностей, химическое — понижение этой деятельности. Это явление весьма легко объяснимо с точки зрения корроборации Введенского. Суммирование стрихнизации и кислотного раздражения явилось причиной торможения — пессимального состояния центров *p. brachialis*. Совершенно другое влияние оказало сочетание стрихнизации с механическим раздражением, редким и слабым по сравнению с кислотным раздражением, их корроборация явилась оптимальной величиной для данного состояния центров брахиальной области.

II

Влияние локальной кокаинизации *p. brachialis* спинного мозга на рефлекторную возбудимость *p. lumbalis*

Опыты по локальной кокаинизации отделов спинного мозга ставились с той же задачей выяснения межцентральных отношений в ц. н. с.

Эта методика, насколько нам известно из опубликованных, по крайней мере, русских работ, — применялась в свое время Фурсиковым с целью выключения определенных отделов коры больших полушарий у собак при работах с условными рефлексами, а также Титас. Мне известно также, что она применялась и проф. А. А. Шлитером (1912) в неопубликованной до сих пор работе, с целью выяснения влияния кокаинизации отделов головного мозга на рефлекторную возбудимость спинного мозга.

Методика

Опыты ставились на зимних лягушках *Rana temporaria* в течение января 1931 г. в различных модификациях. У всех животных удалялся весь головной мозг и у большинства из них обнажалась только *p. brachialis*. Если было сильное кровотечение из раны (черепной коробки), в последнюю вставлялся ватный тампон и животные помещались на тарелку с физиологическим раствором под стеклянный колпак, иногда на несколько (1—2) часов, иногда до следующего дня. У некоторых животных одновременно вскрывались *p. brachialis* et *p. lumbalis*. Точно так же иногда после вскрытия *p. brachialis* et *p. lumbalis*, с предварительным удалением головного мозга, производи-

лось разъединение спинного мозга поперечным его разрезом между грудной и люмбальной частью. Установление и измерение рефлекторной возбудимости задних конечностей производилось таким образом, как и в первой серии опытов. Изменение (понижение) местной возбудимости *p. brachialis* et *p. lumbalis* достигалось наложением на них (на целую поверхность или поперечный разрез) фильтровальной бумажки размером в 1 мм², смоченной в 1% кокаине и 10% гуммиарабике. Бумажка находилась на мозге в течение двух с лишним часов, а иногда и несколько минут. Оперированные животные оставались часто под наблюдением в течение 2—3 дней при различных модификациях эксперимента.

Результаты

Основным результатом всех опытов было изменение рефлекторной возбудимости, *p. lumbalis* в зависимости от изменения возбудимости *p. brachialis*. Эти изменения всегда происходили таким образом, что если на *p. brachialis* достигалось повышение возбудимости, то на *p. lumbalis* наблюдалось ее понижение, и наоборот. Действие кокаина на *p. brachialis* выражается в двух фазах: 1) повышение возбудимости, 2) понижение возбудимости, хотя в некоторых случаях первая фаза или выпадала, или оставалась незамеченной. В результате этого, в случаях чистого влияния кокаина на *p. brachialis* имело место двухфазное изменение рефлекторной возбудимости и на задних конечностях обратного порядка: через небольшой промежуток времени после наложения бумажки с кокаином наступало понижение рефлекторной возбудимости задних конечностей вслед за чем наступало повышение ее. После удаления бумажки возвращение к прежней возбудимости наступало не сразу. Прежняя возбудимость с некоторым повышением восстанавливалась и после оперативного удаления *p. brachialis*. Влияние кокаина непосредственно на *p. brachialis* обнаруживалось по реакции передних конечностей на наносимые на них раздражения. В первых стадиях действия кокаина наблюдалось повышение возбудимости передних конечностей в ответ на механические раздражения различной силы. Последующее наблюдение обнаруживало повышение возбудимости только на тактильные раздражения и понижение ее на болевые раздражения (щипки пинцетом). Аналогичное двухфазное действие кокаина обнаружено и на *p. lumbalis* при непосредственном воздействии на нее. Вначале после наложения бумажки с кокаином — повышение возбудимости задних конечностей, впоследствии — резкое падение при раздражении кислотой и новое повышение при механическом раздражении.

Характерно при этом отметить следующие явления, которые со всей очевидностью подтверждают наши теоретические концепции:

1. Указанное изменение возбудимости *p. lumbalis* под влиянием кокаина немедленно отражалось на возбудимости *p. brachialis*. При этом возбудимость *p. brachialis* изменялась в обратном отношении возбудимости *p. lumbalis*.

2. Характер реакции при этом как на передних, так и на задних конечностях, при прочих равных условиях, зависел от характера и силы раздражения, наносимого на передние конечности, являвшиеся в данном случае детектором межцентральных отношений. Именно, слабые щипки кожи передней конечности вызывали интенсивное движение передних конечностей; наоборот, более сильные раздражения вызывали или более слабые двигательные реакции или полное торможение их.

Повторение опытов с локальной стрихнизацией *p. brachialis* обнаружило те же результаты в отношении понижения возбудимости задних конечностей, что и в предыдущей серии. В некоторых опытах

имело место различное изменение возбудимости (неодновременное) различных задних конечностей под влиянием локальной кокаинизации *p. brachialis*. Кроме кокаинизации на возбудимость задних конечностей оказывали влияние и такие факторы, как отсутствие или наличие на *p. brachialis* кровяных сгустков эксудата, а также прилегание ватного тампона и различные механические надавливания и повреждения. Следует также отметить и тот факт, что при раздражении кожи передних конечностей при более глубокой кокаинизации *p. brachialis* наступала реакция не на передних конечностях, а на задних ипсилатеральной стороны. Реакции задних конечностей обыкновенно носили флексорный характер. Кроме этого, приходилось наблюдать при тех же условиях реакцию передней конечности на слабое механическое раздражение и отсутствие всякой реакции на задних конечностях и наоборот — отсутствие реакции на передних конечностях и появление флексии на задних при сильном раздражении кожи передней конечности. Замечателен и факт подергивания мускулатуры туловища при нанесении механического раздражения (сильный щипок) на кожу передней конечности при отсутствии реакции на передних и задних конечностях. Одновременно чрезмерно понижалась рефлекторная возбудимость задних конечностей на раздражение кислотой. Кроме этого, в ответ на механические раздражения (прикосновение пинцетом) на задних лапках появлялись флексорные движения, тогда как их возбудимость на раздражение кислотой была чрезмерно понижена. В опытах перерезки спинного мозга между *p. brachialis* и *p. lumbalis* обнаружено повышение рефлекторной возбудимости задних конечностей после перерезки. После же локальной кокаинизации отделенного *p. brachialis* каких-либо существенных изменений в возбудимости *p. lumbalis* не замечено. В случаях проведения опыта без кокаинизации рефлекторная возбудимость задних конечностей на протяжении всего опыта оставалась неизменной.

Анализ результатов

Полученные данные вполне подтверждают теоретические представления о взаимоотношении отдельных частей спинного мозга. Не может быть никакого сомнения в том, что в деятельности нервной системы (спинного мозга) всегда имеет место сочетание взаимодействия отдельных частей ее независимо от того, в каком функциональном состоянии они находятся (возбуждения или торможения).

Двухфазное действие кокаина на ц. н. с. в настоящее время прочно установлено. Этот характер действия кокаина наблюдался и в наших опытах. Двухфазное действие кокаина и различная степень возбудимости передних и задних конечностей в ответ на кислотное и механическое раздражение определенно говорят о парабиотическом характере процесса воздействия кокаина на нервную систему. Развивающийся локально в *p. brachialis* парабиотический процесс не мог не повлиять на протекание физиологических процессов в остальных частях спинного мозга и в частности в *p. lumbalis*. Результатом этого влияния и оказалось изменение рефлекторной возбудимости задних конечностей под влиянием изменения возбудимости *p. brachialis*. Это изменение рефлекторной возбудимости задних конечностей, происходящее не во всех случаях одинаково на обеих конечностях, ничем другим объяснить нельзя, как тем же влиянием состояния *p. brachialis*, зависевшего от действия совокупности различных факторов, в том числе и кокаина. Всякое механическое повреждение или только воздействие

на *p. brachialis* в целом или даже на его отдельные части уже само по себе вносило коренные изменения в межцентральные отношения. Повреждение отдельных пунктов *p. brachialis* создавало вначале безусловно повышение возбудимости их, которое с развитием здесь воспалительных процессов, нарушением обмена веществ и т. п., сменялось последующим понижением возбудимости. Не приходится уже говорить о том, что после наложения кокаина на эти задетые места на последних скорее развивались процессы торможения, а в связи с этим скорее появлялось повышение рефлекторной возбудимости задней конечности на той же стороне. Неодновременность развития процессов торможения на обеих половинах *p. brachialis* устанавливалась посредством обнаружения неодинаковой степени возбудимости передних конечностей. Случаи появления реакции на задних конечностях при раздражении кожи передних и отсутствии реакции могли быть обусловлены лишь повышенной возбудимостью *p. lumbalis*. Это в свою очередь явилось следствием понижения возбудимости *p. brachialis*, достигнутого кокаинизацией, причем это понижение и в данном случае носит парабиотический характер, так как слабые раздражения кожи передних конечностей вызывали на них реакцию, зато сильные раздражения тех же областей не давали эффекта на передних конечностях, вызывая реакцию со стороны задних конечностей. Еще больше подкрепляет нашу концепцию о взаимном влиянии отдельных частей спинного мозга друг на друга факт подергивания мускулатуры туловища при нанесении сильного механического раздражения на кожу передних конечностей. Отсутствие при этом реакции передних и задних конечностей и чрезмерно пониженная возбудимость задних конечностей на кислоту определенно говорят о наличии тормозных процессов в грудной и люмбальной части спинного мозга. В силу этого налицо повышение возбудимости средней части спинного мозга, от которой идут нервы к мускулатуре туловища. Это еще более подтверждается тем фактом, что пониженная возбудимость задних конечностей в ответ на раздражение кислотой сменялась повышенной, как только было применено механическое раздражение (прикосновение пинцета). Отсутствие изменения рефлекторной возбудимости задних конечностей в контрольных опытах (без кокаинизации), а также в опытах с кокаинизацией *p. brachialis*, но с предварительной поперечной перерезкой спинного мозга между *p. brachialis* et *p. lumbalis* указывает на то, что описанные выше изменения достигались именно кокаинизацией. Более того, это еще лишний раз подтверждает определенное влияние *p. brachialis* на *p. lumbalis* даже тогда, когда это сплетение находится в состоянии пониженной возбудимости. Имевшие же место факты появления реакции на задних конечностях, подергивания мускулатуры средней части туловища и отсутствие всякой реакции на передних конечностях при нанесении раздражения на последние в случае кокаинизированной *p. brachialis* говорят еще и за то, что в данном случае имело место влияние *p. brachialis* не только на *p. lumbalis*, но и на весь спинной мозг.

Выводы

1. Стрихнизация *p. brachialis* влечет за собой торможение флексорного рефлекса задних конечностей в неотравленной люмбальной части при кислотном раздражении соответствующего рецептивного поля.
2. Механическое раздражение той же области при тех же условиях вызывает флексорную реакцию без всяких признаков ее торможения.

3. Удаление отравленной р. brachialis путем перерезки мозговой оси снимает торможение и рефлекторная возбудимость люмбальной части становится прежней.

4. Слабые субминимальные раздражения, приходящие к ц. н. с. с определенного участка кожи, могут создавать местный очаг повышенной или пониженной возбудимости.

5. Локальная кокаинизация, как метод воздействия на ц. н. с., является весьма хорошим средством выяснения межцентральных отношений в нервной системе.

6. В то время как локальная стрихнизация дает возможность устанавливать характер реакции в ц. н. с. в зависимости от искусственно созданного очага повышенной возбудимости, локальная кокаинизация указывает на характер реакции ц. н. с. в зависимости от искусственно созданного очага пониженной возбудимости.

7. Данные локальной кокаинизации ц. н. с. с одной стороны и данные ее локальной стрихнизации с другой — подтверждают наличие взаимозависимости между процессами возбуждения и торможения и зависимости реакции ц. н. с. от совокупности состояний различных участков нервной системы.

8. Влияние очагов повышенной возбудимости (доминанта Ухтомского) и очагов пониженной возбудимости проявляется во взаимной связи между собой.

9. На основании работ с локальной стрихнизацией и кокаинизацией в пределах спинного мозга можно видеть, что стрихнизация и кокаинизация не являются единственными методами повышения и понижения возбудимости отдельных участков ц. н. с. Даже простая операция вскрытия мозга может давать такие же результаты в отношении реакции нервной системы, как стрихнизация и кокаинизация.

10. Весьма необходимым является пересмотр теории доминанты Ухтомского в направлении выяснения наряду с очагами повышенной возбудимости и роли очагов с пониженной возбудимостью.

Поступило в редакцию
5 мая 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- S. Baglioni. Zeitschr. allgem. Physiol., 9, 1909, S. 1. — Amantea. Zentralbl. f. physiol. 1919, m. 26, стр. 229. — Dusser-de-Barenne. Folia neurobiolog. 1911. 5, p. 42. — Ухтомский. Русский физиол. ж. им. Сеченова, т. VI, 1923, стр. 31. — Виноградов. Там же, стр. 47. — Беритов. Медико-биолог. ж. № 4, 1925. — Уфлянд. Сб. „Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы“ под редакцией Бехтерева. 1925, стр. 80. — Л. Л. Васильев. Там же, стр. 1. — Ухтомский и Ветюков. Там же, стр. 51. — Ухтомский. Там же, стр. 60. — Виноградов. Там же, стр. 67. — Лэнгле. „Автономная нервная система“. Гиз, 1925. — Беритов. Физиология ц. н. с. Обзор литературы в СССР за 1917—27 гг. Центр. мед. ж. 1928, вып. 2, том I. — Ухтомский. О зависимости кортикальных двигательных эффектов от побочных центральных влияний. 1909.

WIRKUNG DER LOKALEN STRYCHNIN- UND KOKAINVERGIFTUNG EINES TEILS DES RUCKENMARKS AUF DIE REFLEKTORISCHE ERREGBARKEIT DER ÜBRIGEN TEILE

Von *P. P. Gerassimowitsch*

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Tierärztlichen Zootechnischen Instituts zu Witebsk

1. Die Strychninvergiftung der *P. brachialis* zieht eine Hemmung des flexorischen Reflexes der hinteren Extremitäten in der nicht vergifteten *P. lumbalis* bei Säurereizung des entsprechenden rezeptiven Feldes nach sich.

2. Die mechanische Reizung derselben Region unter den gleichen Bedingungen ruft die flexorische Reaktion ohne Zeichen der Hemmung hervor.

3. Die Entfernung der vergifteten *P. brachialis* mittels der Durchtrennung der Markachse beseitigt die Hemmung, wobei die reflektorische Erregbarkeit der *P. lumbalis* die frühere wird.

4. Schwache subminimale Reizungen, die ins *Z. N. S.* von einem bestimmten Hautbezirk gelangen, können einen lokalen Herd der erhöhten oder herabgesetzten Erregbarkeit schaffen.

5. Die lokale Kokainvergiftung, als ein Einwirkungsverfahren auf das *Z. N. S.*, ist ein sehr gutes Mittel zur Aufklärung der interzentralen Verhältnisse im Zentralnervensystem.

6. Während die lokale Strychninvergiftung es ermöglicht, den Charakter der Reaktion im *Z. N. S.* in Abhängigkeit von einem künstlich geschaffenen Herdes der erhöhten Erregbarkeit festzustellen, weist die lokale Kokainvergiftung auf den Charakter der Reaktion des *Z. N. S.* in Abhängigkeit von dem künstlich geschaffenen Herd der herabgesetzten Erregbarkeit hin.

7. Die Angaben der lokalen Kokainvergiftung des *Z. N. S.* bestätigen, obschon auch von der umgekehrten Seite, die Einheit der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen den Erregungs- und Hemmungsprozessen, bestätigen die Abhängigkeit der Reaktionen des *Z. N. S.* von der Gesamtheit der Zustände verschiedener Bezirke des Nervensystems.

8. Die dominierende Wirkung auf das ganze *Z. N. S.* wird nicht nur durch den Herd der erhöhten Erregbarkeit (*Dominante von Uchtomski*) oder nur durch den Herd der herabgesetzten Erregbarkeit ausgeübt.

Die Wirkung dieser Herde äussert sich in gegenseitiger Verbindung miteinander.

9. Auf Grund der Arbeiten mit lokaler Strychninvergiftung und Kokainvergiftung in den Grenzen des Rückenmarks kann man sehen, dass die Strychnin- und Kokainvergiftung nicht die einzigen Verfahren zur Erhöhung und Herabsetzung der Erregbarkeit der einzelnen Bezirke des *Z. N. S.* sind. Selbst die einfache Operation der Gehorneröffnung kann ebensolche Resultate in bezug auf die Reaktion des Nervensystems ergeben, wie die Strychnin- und Kokainvergiftung.

10. Es ist äusserst notwendig die Theorie der *Dominante von Uchtomski* in der Richtung der Aufklärung der Rolle, neben Bezirken der erhöhten Erregbarkeit, auch der Bezirke mit herabgesetzter Erregbarkeit, zu revidieren.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ
СИСТЕМЫ НА СПИННОМОЗГОВЫЕ РЕФЛЕКСЫ ¹

Е. И. Бронштейн-Шур и П. А. Некрасов

Из физиологической лаборатории (зав. — П. А. Некрасов) Ленингр. института организации, экономики и охраны труда

Вопрос о механизме действия симпатического нерва на центральную нервную систему затрагивался в физиологии сравнительно мало. Если по вопросу о сущности влияния симпатического нерва на скелетную мышцу мы имеем огромное количество экспериментальных работ и ряд теорий, с большим или меньшим успехом пытающихся объединить единой точкой зрения весь получающийся в опыте материал, то роль симпатического нерва в отношении ц. н. с. и сущность тех изменений, которые он в ней вызывает, освещены несравненно более скудно. Это обстоятельство объясняется теми трудностями, которые встают перед экспериментатором при изучении центральной нервной системы вообще.

Акад. Л. А. Орбели (1, 2, 3), которому принадлежит заслуга инициативы в изучении влияния симпатического нерва на ц. н. с., рассматривает те изменения, которые вызывает в нервной системе п. *sympathicus*, как изменения адаптационные, аналогичные имеющим место, по его представлениям, и в поперечно-полосатой мышце и в рецепторах. Работы А. В. Тонких (4, 5, 6), К. И. Кунстман (7), В. В. Стрельцова (8) и др. экспериментально обосновывают самый факт влияния п. *sympathici* на различные отделы ц. н. с. и показывают, какие изменения в течении рефлекторных реакций при этом имеют место. Однако, они еще не дают представления о тех первичных изменениях, которые вызываются симпатическим нервом в центрах и которые обуславливают внешний результат воздействия.

Настоящая работа, которая исходит из учения Орбели об адаптационной роли п. *sympathici* для рефлекторной дуги, пытается подойти к разрешению вопроса о более интимных, первичных изменениях в нервной системе под влиянием симпатического воздействия.

Исходными точками для нашей работы послужили следующие соображения. Прежде всего мы исходили из предположения, что механизм действия симпатического нерва на мышцу и нервные центры должен быть одним и тем же. Далее мы учитывали, что целый ряд работ, посвященных изучению влияния п. *sympathici* на мышцу, показал, что в основном это влияние локализуется в передаточном аппарате, определяющем судьбу возбуждения, идущего от нерва к мышце [А. Г. Гинецинский (9), Г. В. Гершун (10, 11) и др.]. По аналогии с мышцей, следовательно, и для центральной нервной системы можно ожидать влияния со стороны симпатического нерва на межклеточные передаточные механизмы.

Сопоставление ряда данных по влиянию п. *sympathici* на мышцу показывает, что конечный результат воздействия этого нерва зависит от того функционального состояния, в котором находится мышца. В то время как при наличии предварительного утомления п. *sympathicus* вызывает увеличение сокращений [А. Г. Гинецинский (12), а за ним и мн. др.], на свежей, не утомленной мышце он или не вызывает никаких

¹ Доложено на заседании научной сессии Ленингр. ин-та организации, экономики и охраны труда 19/VI-34 г. и на VI Кавказском съезде физиологов в Эривани в окт. 1934 г.

видимых изменений в протекании мышечных сокращений или даже понижает эти сокращения, увеличивая скрытый период и затягивая время одиночной волны [Н. В. Пучком (13), Т. М. Лукин и Н. П. Матвеев (14), в отношении максимальных сокращений также Iaschwili (15)].

Мы исходили из этих наблюдений, а также опирались на собственные исследования. Эти последние показали, что полное подавление окислительных процессов в мышце при помощи KCN не только не препятствует симпатическому эффекту, но даже делает его еще более выразительным¹. Они же показали, что обработка мышцы солями калия или кальция закономерно влияет на симпатические эффекты. Исходя из этого, один из нас высказал предположение, что сущность действия п. *sympathici* сводится к регулированию общих физико-химических свойств тех структур, которые связаны с возникновением и проведением возбуждения, а не к регулированию специфических химических мышечных процессов (17). Позднее L. et M. Lарісque (18) показали, что результат влияния симпатического нерва на мышцу идет параллельно с изменениями изо- и гетерохронизма. В их опытах оказалось, что при предварительной обработке мышцы веществами, удлиняющими мышечную хронаксию без изменения хронаксии нерва, раздражение п. *sympathici* приводит к улучшению не прямой возбудимости, тогда как при обработке веществами, укорачивающими мышечную хронаксию то же раздражение симпатического нерва ведет к ухудшению не прямой возбудимости и даже может привести к полному блоку.

Из сопоставления этих фактов с фактом укорочения хронаксии мышцы при раздражении п. *sympathici*, что было обнаружено несколько ранее L. Lарісque в совместной работе с Л. А. Орбелі, Lарісque делает вывод, что роль симпатического нерва в данном случае сводится только к изменению временной мышечной возбудимости в смысле укорочения хронаксии. Конечный же результат будет определяться тем, приводит ли это укорочение хронаксии к ликвидации или к уменьшению уже имевшегося гетерохронизма или, наоборот, к созданию (или увеличению) нового гетерохронизма.

Если даже и не разделять полностью взглядов Lарісque на определяющую роль гетеро- и изохронизма в судьбе проведения возбуждения по цепи неоднородных проводников, все же трудно не согласиться с тем, что для разбираемого нами случая — влияния п. *sympathici* на различные звенья рефлекторной дуги — высказанное им предположение представляет большую ценность как рабочая гипотеза, позволяющая понять подчас противоречивые экспериментальные данные и предсказать новые фактические отношения, вскрывающиеся в опыте.

Признание определяющей роли в симпатическом эффекте за состоянием передачи возбуждения с нерва на мышцу, что было отмечено в работах Гинецинского и Гершуни, позволило П. А. Некрасову и Р. П. Ольнянской (19) вскрыть и проанализировать причину своеобразного факта отсутствия симпатического эффекта на мышце, отравленной моноiodуксусной кислотой [Некрасов (20)]. Оказалось, что при предварительной кураризации мышцы отравление моноiodуксусной кислотой уже не препятствует обнаружению эффекта от кальция, который здесь был использован вместо п. *sympathici*, в виду полного сходства их действия. Таким образом, и здесь, когда заведомо создавались ухудшенные условия передачи с нерва на мышцу, кальциевый эффект сохранялся, в то время как без этого фона он отсутствовал. Специально в отношении двигательных нервов, а затем и чувствительных нервов и рецепторов Aсhelіs (21, 22) было выдвинуто положение, принятое затем и Вгүске (23), что симпатический нерв играет роль фактора, „перенастраивающего“ их функциональное состояние, причем вся эта „перенастройка“ — „Umstimmung“ — им определялась в терминах учения о хронаксии.

Вгүске, которому принадлежит наиболее полное и последовательное изложение взглядов на этот вопрос, используя данные Aсhelіs, Foerster, Altenburger и Kroll (24), Ryokichi Tsujii (25), свои собственные данные, полученные совместно с Kгannіch (26) и мн. др. представляет дело таким образом, что симпатическому нерву в этой перенастройке двигательных и чувствующих нейронов и рецепторов принадлежит только односторонняя роль, так как, по его представлению, п. *sympathicus* всегда вызывает только укорочение хронаксии, в то время как удлинение хронаксии вызывается парасимпатическими волокнами. Мы видим таким образом, что Вгүске переносит представления Lарісque о роли симпатического нерва с мышцы на центральную

¹ Наличие симпатических эффектов при задушении было раньше показано А. Г. Гинецинским (16), но этот автор не производил количественного сравнения эффектов на нормальной и задушенной мышце, что было сделано одним из нас.

нервную систему и рецепторы. Следует, однако, подчеркнуть, что в то время как Laricque, пытаясь это подкрепить и экспериментами, основное в хронасимметрических сдвигах видит в изменении гетеро- и изохронизма, Вгйске делает упор на перенастройку нервной системы в смысле повышения временной возбудимости, влекущей за собой ускорение протекания рефлекторных процессов и повышение восприимчивости рецепторов.

Совсем близкую к представлениям Laricque точку зрения на сущность функциональных сдвигов в центральной нервной системе под влиянием п. *sympathicus* недавно высказал акад. А. А. Ухтомский в своей обзорной статье об итогах советской физиологии за 15 лет (27).

Исходя из представлений, освещенных приведенными литературными данными, мы поставили себе задачу выяснить, нельзя ли представить себе дело таким образом, что п. *sympathicus* вызывает в каком-то звене центрального проведения такой физико-химический сдвиг, который сам по себе будет всегда односторонним, но в зависимости от того фона, на который он упадет, или вызовет подавление рефлекса или, наоборот, восстановит рефлекс.

Факты противоположного влияния на течение спинномозговых рефлексов со стороны симпатического нерва уже отмечены в ряде работ А. В. Тонких, Кунстман и др. Нам казалось, что подобно тому, что мы имеем на мышце, но только в гораздо более резкой форме, будет наблюдаться и на спинномозговых рефлексах, а именно: при свежем, бодром состоянии мозга п. *sympathicus* даст торможение, при наличии же утомления п. *sympathicus* восстановит угасшие рефлексы.

Методика

Все опыты были поставлены на лягушках за время с сентября 1932 г. по май 1934 г. Первоначально мы пытались вызвать измененное функциональное состояние мозга длительной тетанизацией чувствующего нерва, повторяя обстановку опытов с истероизисом Н. Е. Введенского (28); позднее мы перешли целиком на ритмическое раздражение чувствующего нерва короткими порциями тетанизирующих токов.

В обоих случаях раздражался п. *peroneus* и регистрировались рефлекторные сокращения антагонистов бедра — *m. semitendinosus* и *triceps*.

Возбуждение симпатических волокон производилось путем накладывания кристаллика поваренной соли на поперечное сечение *thalami optici*. Таким образом, наши методические условия воспроизводили опыты А. В. Тонких с Сеченовским торможением, где этим автором химическое раздражение кожных рецепторов было заменено электрическим раздражением центростремительных нервов.

Регистрация сокращений производилась с помощью перышек типа кардиографа Engelman, поэтому соединительные нити, отходящие от мышц распластанной на корковой пластинке лягушки, изменяли свое направление из горизонтального в вертикальное при помощи маленьких блоков. Нагрузка для *m. semitendinosus* равнялась 10 г, для *m. triceps* — 30 г.

В первичную цепь аппарата Du Bois Reymond, питаемую током от аккумулятора на 2 вольта, включался прерыватель Bernstein. Обычная частота прерываний в опытах равнялась 30 в сек. Для раздражения п. *peronei* служили серебряные раздражающие электроды.

В опытах с прерывистой тетанизацией нерва для получения всегда одинаковой продолжительности каждой отдельной порции тока во вторичную цепь включался метроном с ртутными контактами и обыкновенный ключ Du Bois Reymond.

Замыкая ключ на время одного полного качания метронома, или на более продолжительный срок, мы могли по желанию посылать к препарату или только одну порцию индукционных ударов, или целые ряды таких порций, следующие друг за другом через равные интервалы и состоящие практически из одного и того же количества отдельных электрических толчков.

Таким образом, благодаря включению метронома, отдельные раздражения были одинаковой длительности, и эффекты от них могли быть сравниваемы друг с другом. Ртутный контакт в метрономе устанавливался с таким расчетом, чтобы длительность самого замыкания была невелика.

Для раздражения п. *peronei* бралась сила тока несколько выше порога.

Результаты опытов

После того как нами был воспроизведен опыт с Сеченовским торможением в модификации Тонких, мы приступили к созданию условий, изменяющих функциональное состояние мозга.

Н. Е. Введенским (28) в 1912 г. было показано, что чувствующий нерв, потерявший под влиянием длительной тетанизации способность вызывать заметные рефлекторные сокращения, сохраняет способность влиять на центральную нервную систему, вызывая в ней особое состояние, напоминающее некоторыми своими чертами картину истерии и названное поэтому Введенским „истериозисом“. Истериозис Введенского характерен тем, что после длительной тетанизации одного чувствующего нерва (напр. п. регонаеи), который переставал отвечать на электрические раздражения, на другом чувствующем нерве (п. tibialis) наблюдалось чрезвычайное повышение возбудимости; например в опыте Введенского после тетанизации п. регонаеи в течение 3 час 20 мин. порог п. tibialis понижался с 45 до 62 см.

Нам казалось, что это состояние чрезвычайной возбудимости центров может быть окажется хорошим фоном, на котором симпатическое раздражение даст извращенный против нормы эффект. Опыт с истериозисом имел для нас еще то преимущество, что в нем мы могли разделить состояние утомления центров от утомления самой мышцы, так как при длительной тетанизации мы вызывали резкие изменения в центрах, не заставляя мышцу выполнять сколько-нибудь значительную работу. Поэтому, если бы в опыте с истериозисом нам удалось получить положительный симпатический эффект, то его нельзя было бы свести на действие п. sympathici на утомленную мышцу.

Нами был воспроизведен опыт Введенского и было получено характерное изменение порогов, но попытка на фоне развившегося истериозиса вызвать симпатический эффект путем наложения NaCl на область поперечного разреза через thalami optici не дала никаких результатов. Нам не удалось наблюдать никаких сдвигов ни в реакции нерва, подвергшегося длительной тетанизации, ни в порогах пробного нерва, возбудимость которого не испытывала заметных изменений.

Хотя опыт с развитием истериозиса не послужил хорошим фоном для извращения симпатического влияния на мозг, мы все-таки считаем интересным привести полученные данные, тем более, что, насколько нам известно, эта тема после Н. Е. Введенского никем не разрабатывалась. Приводим протокол одного опыта от 25/X-32 г. (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Воспроизведение опыта Введенского с истериозисом

Время опыта час. мин.	Порог (см)	Время опыта час. мин.	Порог (см)
12 30	52	12 52	53
12 32 ¹	—	12 56	56
12 37	49	1 1	57
12 40	51	1 8	58
12 45	51	1 12	59
12 46	52,5		

¹ Начало длительной тетанизации п. регонаеи.



Иван Михайлович Сеченов
в своей лаборатории в Медико-хирургической академии
(60-е годы)

Мы видим, что при 40-минутной тетанизации п. *peronei* пороги п. *tibialis* понизились с 52 до 59 см, что говорит о значительном изменении возбудимости соответствующих центров.

Возможно, что отсутствие симпатического влияния на фоне развившегося истериозиса объясняется тем, что к моменту симпатического раздражения длительная тетанизация вызывала в центрах слишком глубокие сдвиги для того, чтобы п. *sympathicus* мог их заметно изменить.

С другой стороны, нужно принять во внимание и то обстоятельство, что сама тетанизация чувствующего нерва вызывает вовлечение в возбуждение и п. *sympathici*, что достаточно известно, а потому раздражение *thalami optici* не вносит ничего нового в создавшуюся обстановку. Очень возможно, что и чрезмерная возбудимость, регистрируемая в рефлекторной антагонистической дуге, в свою очередь является последствием возбуждения п. *sympathici* в смысле „перестройки“ *Achelis*.

Для того чтобы не создавать столь значительных сдвигов в центральной нервной системе, нами была в дальнейшем использована исключительно прерывистая тетанизация чувствующего нерва.

Продолжая опасаться утомления периферического прибора, что, как показали последующие опыты, было излишней осторожностью, мы не сразу перешли на раздражения равномерными ритмическими сериями тетанизирующих токов, дающих на мышечной записи картину, по внешности напоминающую кривую утомления с нерва. Первоначально мы начинали опыт с частых раздражений, постепенно снижая ритм. В этих условиях, как и при сплошной тетанизации, к моменту отказа рефлекторного прибора от работы мышца успевала совершить лишь очень небольшую работу.

В этих опытах во вторичную цепь вместо метронома включались часы *Bawditch*, при помощи которых можно было легко и быстро менять ритм раздражения и посылать в препарат ряды импульсов, следующих друг за другом через различные интервалы. Для вызова измененного функционального состояния мозга мы раздражали п. *peroneus* наиболее частым ритмом (60 раз в 1 мин.). При этом наблюдалось быстрое утомление центров, рефлекторная деятельность прекращалась, мышцы же не испытывали утомления, так как они совершали лишь 1—2 начальных сокращения. Затем мы через каждую минуту меняли ритм раздражения на более редкий, при котором, однако, все еще не наблюдалось рефлекторных сокращений. Если на фоне такого измененного функционального состояния мозга мы производили раздражение *thalami optici*, то в ряде опытов наблюдался совершенно другой эффект симпатического воздействия: вместо угнетения, описанного Сеченовым, в наших опытах наблюдалось возобновление прекратившихся рефлекторных сокращений (рис. 1).

Возобновившиеся сокращения совершались строго в ритм раздражения и носили характер небольшой волны.

Таким образом полученное угнетенное состояние центров, которое развивалось через несколько минут после начала раздражения и не было столь глубоким как истериозис, явилось хорошим фоном для выявления положительного действия симпатического нерва на мозг.

Однако слабым местом этих опытов является то обстоятельство, что при все более редко следующих друг за другом раздражениях восстановление функций спинного мозга могло произойти и без участия симпатической нервной системы.

Действительно, в ряде контрольных опытов рефлекторные сокращения, исчезнувшие под влиянием частых раздражений чувствующего нерва, восстанавливались при введении возрастающих перерывов между раздражениями. Но в этих контрольных опытах восстановле-

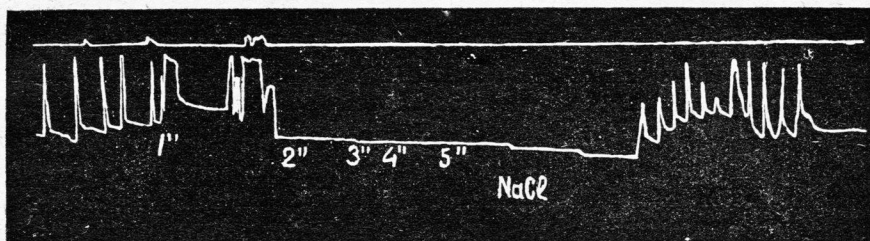


Рис. 1. Отрезок кривой из середины опыта 3/IV-33. Наложение на разрез через *thalami optici* NaCl. Раздражение п. *peroneae* производится с „изменением ритма“ через 1, 2, 3, 4 и 5 сек. Верхняя кривая — запись сокращений *m. tricipitis*. Нижняя кривая — запись сокращений *m. semitendinosi*. В этой и во всех следующих кривых читать слева направо.

ние рефлекторных сокращений наблюдалось через значительно больший промежуток времени, чем в опытах, в которых применялось раздражение *thalami* солью.

Для устранения добавочных влияний, связанных с изменением ритма раздражений, мы в дальнейшем проводили все опыты с постоянным ритмом раздражения. В этих случаях раздражение чувствующего нерва производилось через каждые 3 сек.

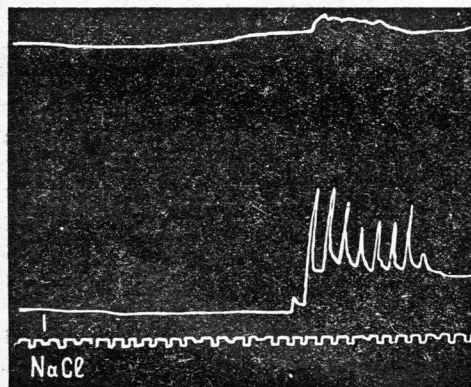


Рис. 2. Отрезок кривой из середины опыта 4/X-33 г. Наложение на разрез через *thalami optici* NaCl. Раздражение п. *peroneus* производится каждые 3 сек., что видно по записи отметчика. Верхняя кривая — запись сокращений *m. tricipitis*. Нижняя кривая — запись сокращений *m. semitendinosi*.

При этом ритме раздражения для *m. semitendinosi* наблюдались небольшие, круто спадающие кривые утомления, в то время как *m. triceps* обычно совершал лишь одно-два начальных слабых сокращения и затем совсем не сокращался.

Когда обе мышцы переставали сокращаться, т. е. когда центры находились в состоянии угнетения, производилось раздражение *thalami* поваренной солью. При этом, как и в опытах с изменением ритма, мы в ряде случаев наблюдали восстановление рефлекторных сокращений, которые начинались вскоре после раздражения мозга солью и затем исчезали, образуя на кривой волну. Отметчик раздражения показывает, что сокращения совершались строго в ритм раздражения (рис. 2).

По данным А. Тонких (6), при длительном раздражении *thalami optici* поваренной солью наблюдается вслед за торможением увеличение сокращений обеих антагонистических мышц вследствие действия соли на соматические двигательные элементы. Поэтому встает вопрос, не обусловлены ли в наших опытах эти возникающие волны

действием соли не на симпатические центры, а на соматические двигательные проводники или клетки?

Так как в наших опытах раздражение *thalami optici* солью длилось обычно не больше 1 мин. и так как сокращения возникали до развития судорог и совпадали по ритму с раздражениями чувствующего нерва, то возобновление в наших опытах рефлекторных эффектов мы приписываем специфическому влиянию симпатического нерва. Однако в виду того, что восстанавливающее действие симпатического нерва наблюдалось не во всех опытах, для большей уверенности в том, что восстановление рефлекторного эффекта обусловлено именно *p. sympathico*, мы провели следующие серии опытов, в которых в качестве агента, заменяющего непосредственное раздражение симпатической нервной системы, применялся адреналин. Мы пользовались продажным адреналином в ампулах (1:1000), который разводился рингеровским раствором в 50 и 100 раз, так что применявшиеся концентрации адреналина были 1:50 000 и 1:100 000.

С адреналином были поставлены 2 серии опытов: в одной из них адреналин вводился под кожу лягушки, в другой серии опытов адре-

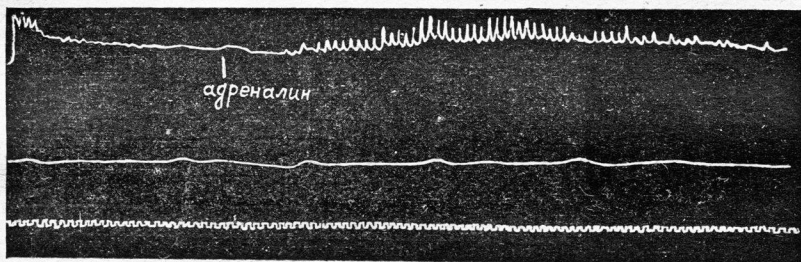


Рис. 3. Отрезок кривой из середины опыта 19/X-33 г. Введение адреналина (1:50 000) под кожу. Произведена предварительная перевязка *a. iliaca*. Верхняя кривая — запись сокращений *m. semitendinosi*. Нижняя кривая — запись сокращений *m. tricipitis*.

налин вводился непосредственно в кровяное русло. Методика опытов с введением адреналина под кожу была такая же, как и в опытах, в которых раздражение *thalami optici* производилось поваренной солью.

Когда прекращались мышечные сокращения в ответ на электрическое раздражение малоберцового нерва, в специально сделанный в коже разрез вводилось небольшое количество (от 0,5 до 1 см³) раствора адреналина.

Характерный эффект, вызываемый при этих условиях адреналином, представлен на рис. 3.

Мы видим, что после некоторого промежутка времени высоты сокращений начинают постепенно нарастать, достигают известного максимума, затем постепенно падают, так что получается характерная волна, в которой каждое сокращение соответствует отдельному раздражению нерва. Для исключения прямого влияния адреналина на мышцы, в ряде опытов производилась перевязка бедренной артерии, или *a. iliaca*, но это не препятствовало восстановлению сокращений после введения адреналина, что говорит за влияние адреналина на утомленный спинной мозг, а не на мышцу.

При слабом действии адреналина, т. е. в тех случаях, когда введение адреналина вызывало лишь слабую волну восстановления,

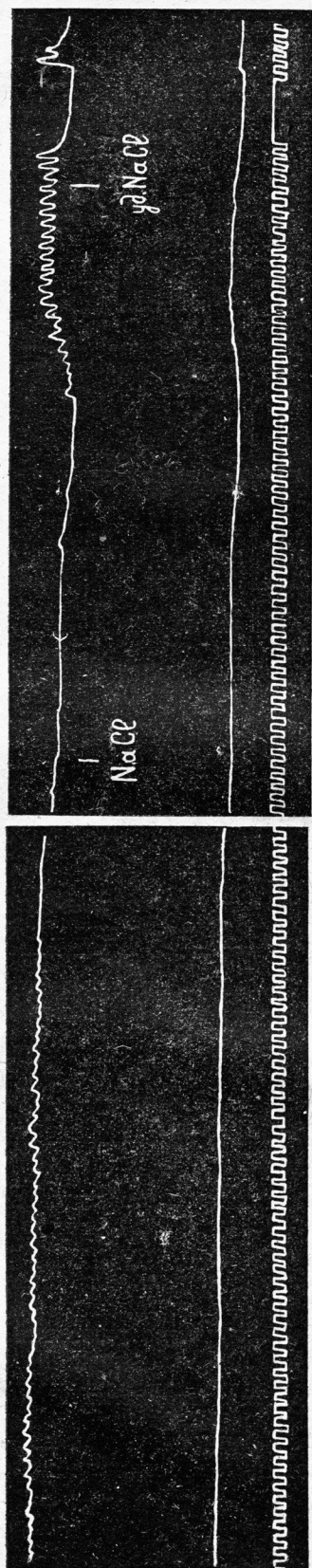


Рис. 4. Отрезок кривой из середины опыта 3X-33 г. Введение под кожу рингеровского раствора и адреналина (1 : 50 000) и наложение на разрез thalami optici NaCl. Верхняя кривая — запись сокращений *m. semitendinosi*. Нижняя кривая — запись сокращений *m. tricipitis*.

производилось, кроме того, раздражение thalami optici поваренной солью (рис. 4).

В этом случае мы получили вторичную волну сокращений, совершенно подобную волнам восстановления, наблюдавшимся от адреналина. При размыкании тока сокращения сразу прекращались, а при замыкании сразу же восстанавливались в прежнем ритме.

В последней серии опытов адреналин вводили шприцем непосредственно в сердце. В этой серии опытов лягушка укреплялась на пробковой пластинке спинкой книзу. Сердце обнажалось и освобождалось от перикардии. Адреналин вводился графовым шприцем в верхушку сердца. Вводилось от 0,2 до 0,3 см³ раствора адреналина.

Введение адреналина производилось с возможной осторожностью: обращалось внимание на то, чтобы не слишком ранить сердце, чтобы не впустить в него воздух, чтобы не слишком его растянуть и т. д. Введение адреналина непосредственно в кровяное русло дало совершенно такие же результаты, как и введение адреналина под кожу, но при введении адреналина в сердце наблюдалась еще более крутая волна восстановления, чем при введении его под кожу.

Так как в момент введения адреналина часто наблюдался подскок, обусловленный механическим раздражением во время введения раствора и подчас механическим толчком по отношению к регистрирующей системе, связанным с захватом сердца пинцетом и т. п., то до введения адреналина в сердце применялось контрольное введение такого же количества рингеровского раствора. Опыты показали, что после введения рингеровского раствора мы не наблюдаем никакого последствия в виде волны, и после подскока, наблюдавшегося при введении рингеровского раствора, кривая скоро падала (рис. 5).

Интересно отметить, что наблюдавшиеся в наших опытах положительные симпатические эффекты значительно превосходили по величине положительные эффекты симпатиче-

ского нерва на утомленной мышце. В наших случаях под влиянием п. sympathici и введения адреналина сокращения восстанавливались от нуля и порой превосходили исходную величину, наблюдавшуюся во время опыта.

Таким образом, опыты с адреналином подтвердили наше предположение, что при измененном функциональном состоянии рефлекторного прибора симпатическое раздражение может дать не торможение, выступающее в классическом опыте Сеченова, а восстановление рефлекторной деятельности.

Теми звеньями рефлекторной дуги, где может складываться этот измененный эффект, теоретически можно признать или мышцу, или рецепторы или, наконец, спинной мозг.

Те наши опыты с адреналином, в которых производилась перевязка соответствующих сосудов, позволяют исключить мышцу. Наш экспе-

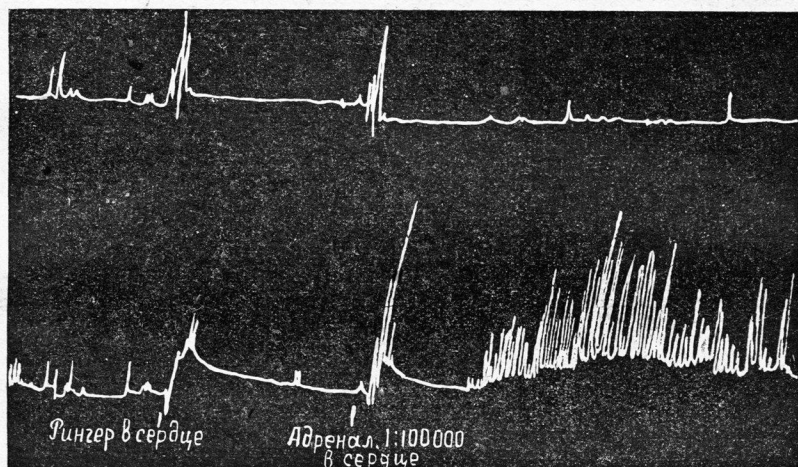


Рис. 5. Отрезок кривой из середины опыта 16/IV-34 г. Введение рингеровского раствора и адреналина (1 : 100 000) в сердце. Верхняя кривая — запись сокращений *m. tricipitis*. Нижняя кривая — запись сокращений *m. semitendinosi*.

риментальный материал не дает права категорически отрицать участие в этом эффекте рецепторов. Необходимы дальнейшие опыты для окончательного решения этого вопроса.

Однако то обстоятельство, что фоном для выявления этого влияния симпатического нерва служит изменение функционального состояния именно спинного мозга, раз рецепторы при раздражении нерва не участвуют, заставляет нас думать, что этот эффект действия адреналина и симпатического нерва складывается где-то в мозгу, а не в рецепторах.

Если признать этот вывод, то обнаруженная нами зависимость конечного эффекта от исходного состояния центров подтверждает, как нам кажется, нашу точку зрения. Эта зависимость дает также указания на то, что первичный функциональный и физико-химический сдвиг в передаточных аппаратах в мозгу, на которые действует симпатический нерв, идет всегда в одном направлении. В случае же „свежего“ состояния мозга этот сдвиг вызывает расхождение в „сонастройке“ предшествующего и последующего звена центрального отрезка рефлекторной дуги, между тем при наличии утомления,

вызывающего расхождение этой „сонастройки“ (гетерохронизм), тот же сдвиг в том же звене ликвидирует создавшееся затруднение для проведения, приближая настройки обоих звеньев друг к другу (создавая изохронизм) подобно тому, что мы имеем на поперечнополосатой мышце.

Для подтверждения полученного материала в настоящий момент мы приступаем к экспериментам на собаке с перерезанным спинным мозгом.

Выводы

1. При измененном функциональном состоянии мозга симпатическое раздражение и введение адреналина оказывают измененное по сравнению с обычным влияние на спинальные рефлексы.

2. При отсутствии мышечных сокращений в ответ на электрическое раздражение чувствующего нерва вследствие развившегося утомления мозга, одноминутное раздражение *thalami optici* поваренной солью может вызвать кратковременное восстановление рефлекторных сокращений.

3. Такое же восстанавливающее действие на прекратившиеся вследствие утомления мозга рефлекторные сокращения оказывает введение адреналина (1:50 000 и 1:100 000) под кожу и непосредственно в кровяное русло.

4. Наблюдавшиеся после раздражения *thalami optici* и, особенно, после действия адреналина сокращения сначала постепенно нарастают, достигают известного максимума, и затем уменьшаются, так что на кривой мы получаем характерную волну, напоминающую симпатические эффекты на сердце и на утомленной скелетной мышце.

5. Перевязка бедренной артерии или *a. iliaca* не препятствует развитию адреналинного эффекта, так что наблюдавшийся в наших опытах положительный эффект не может быть сведен на прямое действие адреналина на мышцу.

6. Из полученных результатов можно сделать вывод, что восстанавливающий эффект вероятнее всего связан с действием п. *sympathici* и адреналина на спинной мозг.

7. Такой характер симпатического влияния на спинальные рефлексы хорошо согласуется с представлениями об определяющей роли в симпатических эффектах со стороны тех сдвигов в физико-химическом состоянии нервной системы, которые находят известное выражение в хронаксии (а также лабильности) и которые могут обуславливать то улучшение, то ухудшение для распространения возбуждения в центрах.

Поступило в редакцию
29 августа 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Орбели, Успехи эксп. биол. т. V, в. 3—4, 1926. — 2. Он же, Врачебная газета № 3, 1927. — 3. Он же, Физиол. журн. СССР т. XV, в. 1—2, 1932. — 4. А. В. Тонких, Русск. физиол. журн. т. VIII, в. 5—6, 1925. — 5. Она же, там же, т. X, в. 1—2, 1927. — 6. Она же, там же, т. XIII, в. 1, 1930. — 7. К. И. Кунстман, Извест. Ин-та им. Лесгафта, т. XIV, в. 1—2, 1928. — 8. В. В. Стрельцов, Арх. биол. наук, т. XXXI, в. 2—3, 1931. — 9. А. Г. Гинецинский, Русск. физиол. журн., т. IX, в. 1, 1926. — 10. Гершуни, там же, т. X, в. 5, 1927. — 11. Он же, там же, т. XIII, в. 1, 1930. — 12. А. Г. Гинецинский, там же, т. VI, в. 1—3, 1923. — 13. Н. В. Пучков, Казанск. медиц. журн. № 5, 1923. — 14. Т. М. Лукин и Н. П. Матвеев, Ученые записки Казанск. ун-та, кн. 3—4, 1929. — 15. Jaschwili, Berich. d. math.-physik. kl. d. Sächs. Akad. d. Wissensch. Bd. 80, sitz von 11/VI, 1928. — 16. А. Г. Гинецинский,

Русск. физиол. журн., т. IX, в. 1, 1926. — 17. П. А. Некрасов, Труды III Всесоюзн. съезда физиол., стр. 75, 1928. — 18. L. et M. Lapicque, C. R. Soc. d. Biol. t. 103, p. 875, 1930. — 19. П. А. Некрасов и Р. П. Ольянская, Матер. к V Всесоюзн. съезду физиол., стр. 23, 1934. — 20. П. А. Некрасов, там же, стр. 22. — 21. Acheilis, Pfl. Arch., Bd. 219, H. 3—4, 1928. — 22. Он же, там же, Bd. 226, H. 2, 1930. — 23. Brücke, Ergebn. d. Physiol., Bd. 34, 1932. — 24. Foerster, Altenburger u. Kroll. Z. Neurol., Bd. 121, S. 139, 1929. — 25. Ryokichi Tsuji, Pfl. Arch. Bd. 228, S. 434, 1931. — 26. Brücke u. Krahnich, там же, Bd. 228, S. 267, 1931. — 27. А. А. Ухтомский, Физиол. журн. СССР, т. XVI, в. 1, 1933. — 28. Н. Е. Введенский, Русск. врач № 22, 1912.

ZUR FRAGE ÜBER DIE WIRKUNG DES SYMPATHISCHEN NERVEN-SYSTEMS AUF DIE RÜCKENMARKREFLEXE

Von E. I. Bronstein-Schur und P. A. Nekrassow

Aus dem Physiologischen Laboratorium (Vorstand—P. A. Nekrassow) des Leningrader Instituts für Organisation, Oekonomie und Schutz der Arbeit

Auf Grund des Gedankens, dass der Mechanismus der Wirkung des sympathischen Nerven auf die Nervenzentren derselbe sein muss, wie auf den Muskel, sowie auf Grund einer Reihe von Literaturangaben, haben sich die Verfasser zur Aufgabe gestellt aufzuklären, ob der N. sympathicus in irgend einem Gliede der Zentralleitung eine physikalisch-chemische Verschiebung hervorruft, welche an und für sich stets einseitig sein wird, wobei sie aber von dem Hintergrund abhängt, auf welchen sie fällt, indem sie entweder eine Hemmung des Reflexes hervorruft, oder, umgekehrt, den Reflex wiederherstellen muss.

Die gegebene Arbeit stellte sich zum Ziele unter experimentellen Bedingungen nachzuprüfen, ob die sympathische Reizung bei einem gewissen funktionellen Zustand des Rückenmarks nicht eine Hemmung, sondern die Wiederherstellung der schwächer werdenden Tätigkeit hervorrufen werde.

Die Versuche wurden an Fröschen angestellt (*Rana temporaria*). Es wurde die elektrische Reizung des N. peroneus und die Registration der reflektorischen Kontraktionen der Antagonisten des Oberschenkels—der MM. semitendinosus und triceps—ausgeführt.

Die Erregung der sympathischen Fasern wurde durch Auflegung eines Kochsalzkristalls auf das Gebiet des Querschnitts des Thalamus opticus ausgeführt. In einem Teil der Versuche wurde, anstatt der Reizung des Thalamus opticus, Adrenalin verwendet, welches subkutan, oder direkt ins Blut eingeführt wurde.

Um den veränderten funktionellen Zustand des Marks hervorzurufen, wurde der sensible Nerv mit kurzen Portionen des tetanisierenden Stromes gereizt.

Im Resultat der durchgemachten Arbeit wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen:

1) Bei verändertem funktionellen Zustand des Rückenmarks übt die sympathische Reizung und die Einführung von Adrenalin eine, im Vergleich zur gewöhnlichen, abgeänderte Wirkung auf die Spinalreflexe aus.

2) Beim Ausbleiben von Muskelkontraktionen, als Reaktion auf die elektrische Reizung des sensiblen Nerven, infolge der entstandenen Ermüdung des Rückenmarks, kann die Reizung des Thalamus opticus, im Laufe einer Minute, mit Kochsalzlösung eine kurzdauernde Wiederherstellung der reflektorischen Kontraktionen hervorrufen.

3) Eine ebensolche wiederstellende Wirkung auf die infolge der Ermüdung des Rückenmarks eingestellten reflektorischen Kontraktionen übt die Einführung von Adrenalin (1 : 50 000 und 1 : 100 000) unter die Haut oder direkt ins Blutbett, aus.

4) Die nach der Reizung des Thalamus opticus, besonders nach der Adrenalinwirkung, beobachteten Kontraktionen nehmen zuerst allmählich zu, erreichen ein bestimmtes Maximum und nehmen ferner ab, so dass wir auf der Kurve eine charakteristische Welle erhalten, die an die sympathischen Effekte auf das Herz und den ermüdeten Skelettmuskel erinnert.

5) Die Unterbindung der Arteria femoralis oder der A. iliaca hindert nicht die Entwicklung des Adrenalineffektes, so dass der in unseren Versuchen beobachtete positive Effekt auf die direkte Wirkung des Adrenalins auf den Muskel nicht zurückgeführt werden kann.

6) Aus den erhaltenen Resultaten kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der wiederherstellende Effekt, am wahrscheinlichsten, mit der Wirkung des Sympathicus und des Adrenalins auf das Rückenmark verbunden ist.

7) Dieser Charakter der sympathischen Wirkung auf die Spinalreflexe steht in guter Uebereinstimmung mit den Vorstellungen von der bestimmenden Rolle in den sympathischen Effekten von seiten der Verschiebungen im physikalisch-chemischen Zustand des Nervensystems, welche einen gewissen Ausdruck in der Chronaxie (und in der Labilität) finden und welche bald eine Besserung, bald eine Verschlimmerung für die Verbreitung der Erregung in den Zentren bedingen können.

МЕТОДИКА ОПЕРАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ ВОЛОКОН NN. VAGI И SYMPATHICI В СМЕШАННОМ СТВОЛЕ VAGO-SYMPATHICI

А. М. Алексанян и О. А. Михалева

Из отдела специальной и эволюционной физиологии ВИЭМ (зав. отд. — акад. Л. А. Орбели).

Изучение влияния центробежных нервов на сердце представляет некоторые трудности, связанные с анатомическими особенностями этих нервов. Симпатические сердечные волокна выходят из спинного мозга с 2, 3 и иногда 4 спинномозговыми нервами [Langley и Orbeli (1)] и, вступив в пограничный симпатический ствол, направляются вверх. Дойдя до ganglion jugulare, сердечные симпатические волокна сливаются с парасимпатическими, выходящими из продолговатого мозга через foramen jugulare и дальше идут к сердцу уже в смешанном ваго-симпатическом нервном стволе.

Раздражение изолированных сердечных симпатических волокон представляется технически возможным, так как удается отпрепаровать симпатическую цепочку до ganglion jugulare в виде довольно длинного отрезка, который можно свободно раздражать тоненькими электродами, не опасаясь забрасывания тока на парасимпатические волокна. Этот метод изолированного раздражения симпатических сердечных волокон, предложенный еще Gaskell, использован во многих работах, вышедших из лабораторий проф. Л. А. Орбели [Тен-Кате (2), Тонких (3), Михалева (4)]. В отношении же раздражения изолированных волокон n. vagi мы наталкиваемся на затруднение: длина чистых сердечных вагусных волокон до присоединения их к симпатическим весьма незначительна, в черепной коробке они проходят, плотно прилегая к кости, и раздражение их здесь представляет трудности. Для получения же чистых вагусных эффектов на сердце в лабораториях проф. Л. А. Орбели пользуются Gaskell'евским же методом раздражения центров блуждающих нервов в продолговатом мозгу [Михалева (4), Алексанян и Михалева (5)].

В последнее время О. А. М. Wyss (6) предложен метод изолированного раздражения волокон nn. vagi и sympathici в смешанном ваго-симпатическом стволе путем подбора раздражителя различной формы (конденсаторы с различной временной характеристикой разряда). Разница в хронаксии симпатических и парасимпатических волокон и разница в способности сердца суммировать волны возбуждения, идущие с симпатических и парасимпатических волокон, дают возможность получения изолированного вагусного и симпатического эффектов. Этот метод с нашей точки зрения не свободен от возражений. В силу неустойчивости состояния препарата нет уверенности, что

в каждом данном случае мы действительно имеем дело с чисто вагусным или чисто симпатическим влияниями. Этот метод должен контролироваться хорошо известным эффектом (например влиянием на ритм) вышеуказанных нервов.

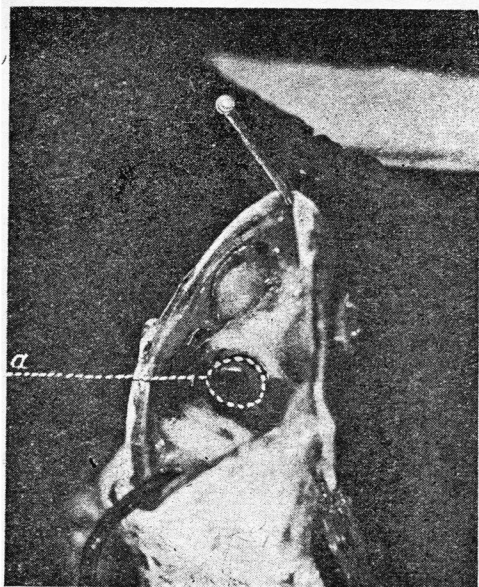


Рис. 1. (а — область операции).

акад. И. П. Павлова. Выработанная нами методика сводится к следующему.

Операция производится под общим эфирным наркозом в относительно стерильных условиях. Лягушка укладывается на чистую пробку вверх. Верхняя челюсть булавкой прикалывается к пробке, а нижняя челюсть широким крючком оттягивается с тем, чтобы как можно больше открыть полость рта, после чего полость рта тщательно вытирается ватным тампоном. В глотку на время операции вкладывается маленький ватный тампон во избежание затекания слизи в рану. Приподняв пинцетом слизистую оболочку в области основания черепа, мы делаем ножницами поперечный разрез, избегая при этом поранения *a. carotis interna*. Под края перерезанной слизистой оболочки также следует подкладывать тампончики, чтобы слизистая не сворачивалась и не загрязняла бы своей наружной поверхностью операционное поле (рис. 1). Затем перерезаются *m. levator anguli*

При изучении нами влияния *nn. vagi* и *sympathici* на электропроводность сердца, основная часть фактического материала была получена при помощи методики изолированного раздражения чистых симпатических волокон до присоединения их к блуждающим и раздражением *n. vagi* в области центров в продолговатом мозгу. Для большей убедительности наших выводов проф. Л. А. Орбели было предложено нам выработать методику операции для изолированной дегенерации волокон блуждающего и симпатического нервов в смешанном вагосимпатическом стволе у лягушки, как это было сделано на собаках в работе Калмыкова (7) в лаборатории

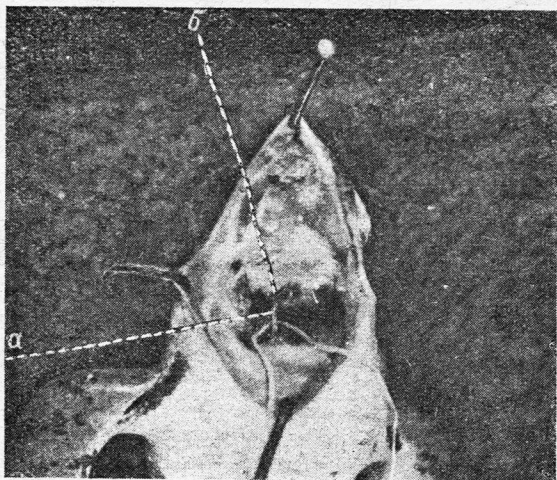


Рис. 2. (а — *n. sympathicus*, б — *vagusstamm*).

scapulae et m. intertransversarius capitis inferior в месте их прикрепления к os petrosum и os occipitale basilare (по Ескег, 8). После перерезки мышц мы обнаруживаем ganglion jugulare, место присоединения симпатических волокон к вагусным (рис. 2). Приподняв тонким пинцетом симпатическую цепочку, мы производим ее перерезку возможно ближе к ganglion jugulare и во избежание возможной регенерации нерва удаляем некоторый отрезок, захватывая обыкновенно верхний симпатический ганглий (по терминологии Гаурр

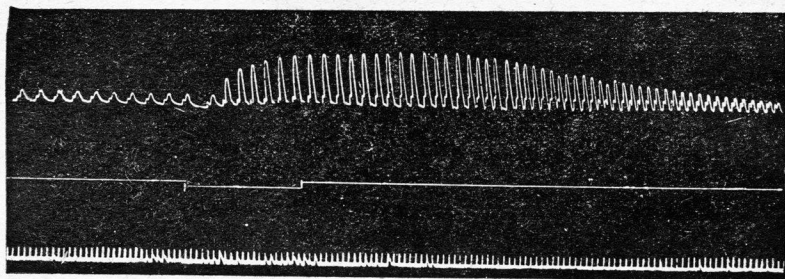


Рис. 3.

(9) — g. sympathicum II). Перерезанные таким образом симпатические сердечные волокна через определенный срок дегенерируют, и в вагосимпатическом стволе остаются только волокна вагусного происхождения, при раздражении которых мы получаем чистый вагусный эффект. Для перерезки же волокон n. vagi мы поступаем следующим образом. После перерезки вышеуказанных мышц мы находим foramen jugulare и, вскрыв покрывающую его оболочку, обнаруживаем короткий нервный ствол, представляющий собой, согласно Гаурр (9), вагусную группу, состоящую из волокон 9, 10 и 11 пар черепномозговых нервов (n. glossopharyngeus, n. vagus и n. accessorius). Оттянув

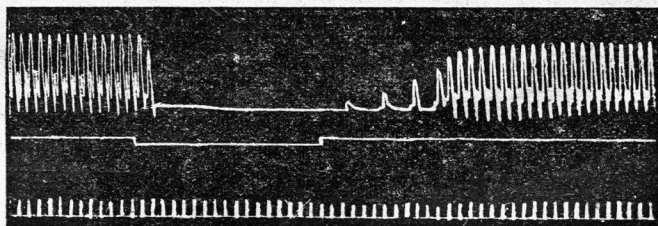


Рис. 4.

тонким крючком, перерезаем или просто разрушаем булавкой этот ствол. Слизистая оболочка зашивается, лягушки хранятся в холодном месте, вода ежедневно меняется.

Чаще всего мы производили двухстороннюю операцию таким образом, что с одной стороны (левой) перерезали блуждающий нерв, с другой (правой) — симпатический нерв, так что впоследствии на одной и той же лягушке, раздражая то левый, то правый n. vago-sympathicus, мы получали либо симпатический, либо вагусный эффекты.

Срок дегенерации перерезанных нервов различен в зависимости от времени года. У перезимовавших лягушек, которые сохранялись

в холодном месте, при температуре около 0° , полная дегенерация нервов наблюдалась через 30—35 дней. Этот срок укорачивался до 8—10 дней при содержании лягушек при комнатной температуре. На рис. 3, полученном при раздражении ствола *vagosympathici* на

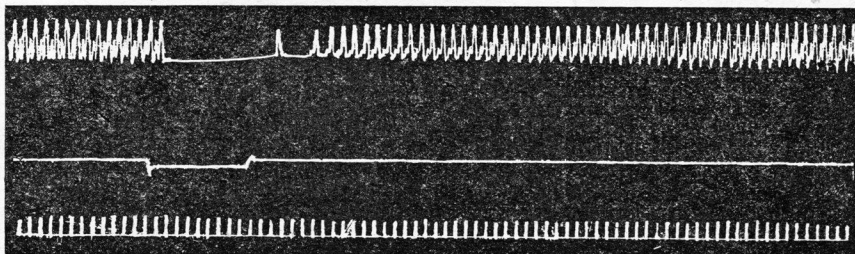


Рис. 5.

35-й день после перерезки сердечных волокон вагуса, выступает чисто симпатический эффект, а на рис. 4 при раздражении ствола *vagosympathici* после перерезки сердечных симпатических волокон проявляется только эффект блуждающего нерва — остановка сердца без

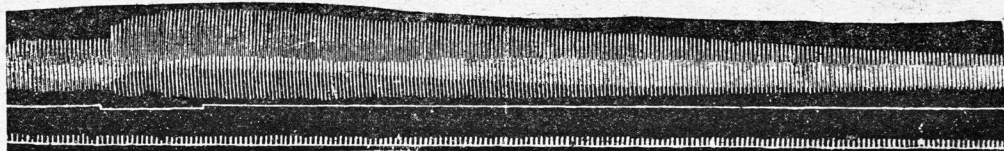


Рис. 6.

последующего ускорения. У весенних же лягушек, оперированных в июле месяце и хранившихся при комнатной температуре, можно было обнаружить дегенерацию нервов уже через 7—10 дней после операции. Приводим кривые записи сердечных сокращений от препаратов

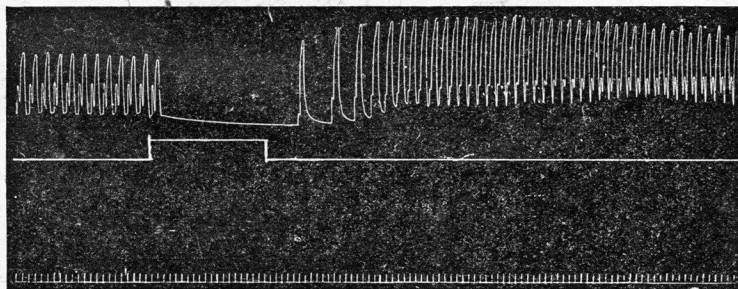


Рис. 7.

с ранней дегенерацией волокон: рис. 6 от препарата с дегенерированными парасимпатическими волокнами и рис. 5 с дегенерированными симпатическими. Для сравнения приводим кривую (рис. 7) записи сердечных сокращений при раздражении ствола *vagosympathici* у нормальной лягушки, на которой видно обычное проявление вагосимпатического эффекта: вначале выступает чисто вагусное влияние — пол-

ная остановка сердца, а позже, в последствии, выступает симпатический эффект.

Совершенно другую картину сердечных сокращений мы наблюдаем при раздражении ствола vago-sympathici с дегенерированными волокнами n. vagi или n. sympathici. Так, при раздражении ствола vago-sympathici, в котором дегенерированы волокна n. vagi (рис. 6), симпатический эффект проявляется через очень короткий латентный период, длящийся обычно $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ сек. и реже 5—6 сек. Судя по латентному периоду проявления симпатического эффекта в указанном и подобных опытах можно предполагать, что при раздражении ствола vago-sympathici у нормальной лягушки симпатический нерв влияет на сердце в течение всего вагусного эффекта, но это влияние не проявляется, благодаря господству влияния n. vagi в первые секунды.

Поэтому изучение влияния вагуса на сердце раздражением ствола vago-sympathici может привести к ошибочным выводам, так как даже в течение остановки сердца от раздражения n. vago-sympathici мы имеем в той или иной степени влияние n. sympathici.

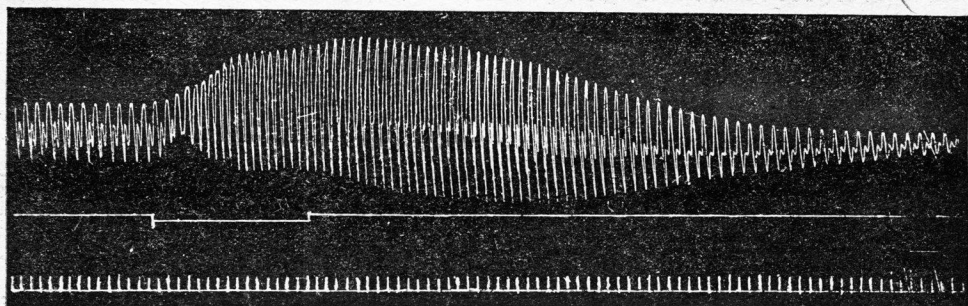


Рис. 8.

Раздражение же ствола vago-sympathici с дегенерированными симпатическими волокнами давало вагусный эффект (остановка сердца) без последующего проявления симпатического эффекта. Латентный период в этих опытах для n. vagi равнялся 1—2 сек. (рис. 4 и 5). В некоторых случаях, после раздражения симпатического нерва, наступившее положительное инотропное влияние быстро проходило, и наблюдалось общее понижение сердечной деятельности: величина сердечных сокращений далеко отставала от исходных (на рис. 8 отмеченное явление резко выражено). Это изменение кривой, говорящее как будто за „утомление“ сердца, наступает, повидимому, вследствие истощения сердца после раздражения симпатикуса. Такое сердце не в состоянии восстановить полностью свою деятельность.

Выводы

1. Возможна раздельная дегенерация волокон n. vagi и n. sympathici в смешанном стволе vago-sympathici, как результат их перерезки выше места соединения.
2. Полная дегенерация волокон как блуждающего, так и симпатического нервов наступает через 30—35 дней у зимних лягушек и через 7—10 дней у весенних.

3. Срок дегенерации нервных волокон у зимних лягушек укорачивается до 8—10 дней, при условии содержания их после операции при температуре 16—17° R.

Поступило в редакцию
1 сентября 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Langley and Orbeli. Journ. of Physiol., v. 41, 1910. — 2. Тен-Кате. Известия Научн. ин-та им. Лесгафта т. I, 1919, т. VI, 1921. — 3. Тонких, А. В. Русск. физиол. журн. им. Сеченова, т. VI, 1923. — 4. Михалева, О. А. Физиол. журн. СССР им. Сеченова, т. XXIII, вып. 4, 1935. — 5. Михалева, О. А. и Алексанян, А. М. Физиол. журн. СССР, т. XIX, 1935. — 6. Wyss, O. A. M. Pflüg. Arch., 234, 574, 1934. — 7. Калмыков, М. П. Русск. физиол. журн. им. Сеченова, т. VIII, вып. 5 — 6, 1925. — 8. Ecker. Die Anatomie des Frosches, 1888. — 9. Gaupp. Anatomie des Frosches, 1899.

DIE METHODIK DER OPERATION ZUR ERHALTUNG DER ISOLIERTEN DEGENERATION DER FASERN DER NN. VAGI UND SYMPATHICI IM GEMISCHTEN VAGO-SYMPATHICUSSTAMM

Von *A. M. Alexanjan* und *O. A. Michalewa*

Aus der Abteilung für spezielle und Evolutionsphysiologie des Instituts für Experimentelle Medizin der USSR (Vorstand — Akademiker L. A. Orbeli)

Die Verfasser haben eine Methodik der Operation zur Erhaltung der isolierten Degeneration der Fasern der NN. vagi und sympathici im gemischten Stamm des N. vago-sympathicus ausgearbeitet. Zu diesem Zweck wurde durch die weitgeöffnete Mundhöhle im Gebiet der Schädelbasis ein Querschnitt der Schleimhaut gemacht. Ferner wurde durch Trennung des M. levator anguli scapulae und M. intertransversarius capitis inferior in der Insertionsstelle derselben am Os petrosum und Os occipitale basilare (nach Ecker) das Gebiet des Ganglion jugulare freigelegt. Die Durchtrennung des N. sympathicus wurde in der Vereinigungsstelle mit den Fasern des N. vagus ausgeführt, möglichst näher zum Ganglion jugulare. Die Durchtrennung des N. vagus wurde im Gebiet zwischen dem Foramen jugulare und Ganglion jugulare ausgeführt.

Nach dieser Operation trat bei den Winterfröschen, die bei einer Temperatur von ca. 0° gehalten wurden, nach 30—35 Tagen, bei den Sommerfröschen, die bei Zimmertemperatur gehalten wurden, nach 7—10 Tagen, die vollständige Degeneration der durchtrennten Fasern ein, so dass im gemischten Stamm des Vago-sympathicus nur Fasern von sympathischen oder parasympathischen Ursprung allein zurückblieben. In diesen Fällen äusserte sich die Wirkung der Reizung des Vago-sympathicus entweder in einem rein sympathischen Effekt, oder in einem reinen Vagus-Effekt.

ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ГЕРМЕТИЧЕСКИ ЗАМКНУТОМ ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИ РАЗНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ¹

А. Г. Аверьянов, Г. Е. Владимиров, З. Э. Григорьев, Б. Д. Кравчинский,
М. Л. Рылова и П. Н. Смухнин²

Из Ленинградского института организации, экономики и охраны труда

Продолжительность безболезненного пребывания в герметически замкнутом помещении при отсутствии вентиляции и регенерации воздуха в основном определяется предельно допустимой концентрацией угольной кислоты, не нарушающей резко работоспособности человека. Явления аноксемии наступают лишь позже при более длительном пребывании в замкнутом помещении.

Однако наблюдения показывают, что в условиях пребывания в замкнутом помещении болезненные явления возникают еще задолго до предельного повышения содержания углекислоты или понижения кислорода во вдыхаемом воздухе. Они связаны в первую очередь с изменением метеорологического фактора в замкнутом помещении, с повышением температуры и влажности, с наступающим вследствие этого нарушением теплорегуляции и отчасти с угнетающим воздействием дурно пахнущих веществ, выделяемых людьми. Отсюда ясна важность мероприятий, устраняющих возможность нарушения теплорегуляции человека наряду с мероприятиями, предупреждающими химическую порчу воздуха.

Нами проведен ряд наблюдений над 27 лицами (из них 20 испытуемых и 7 экспериментаторов) при продолжительном пребывании (6—10 часов) в герметически закрытой камере при разных метеорологических условиях.

Испытуемые в камере сидели спокойно за столами и в моменты свободные от исследования играли в шашки, домино, читали газеты, книги, писали и пр. На 4-м часу пребывания в камере они завтракали коробкой мясных консервов с хлебом.

Опыты проводились нами в специально устроенной вентиляционной камере института, герметически запирающейся и позволяющей охлаждать воздух камеры путем пропускания холодного воздуха через внешнюю рубашку камеры. Размер камеры 86,4 м³, высота — 4 м, площадь пола — $4,8 \times 4,5 = 21,6$ м². Коэффициент теплопередачи стен 0,7 кал/час 1° С, потолка 0,87 и пола 1,06.

Исходя из емкости камеры в 86 м³, мы можем установить воздушный куб на 1 чел/час, в разных наших опытах. (Из общего объема в 86 м³ мы должны вычесть объем воздуха, вытесненный 27 испытуемыми в 2,7 м³, считая объем человека в среднем равным 0,1 м³).

¹ Работа выполнена в 1932 г., но по независящим обстоятельствам не была своевременно опубликована.

² В проведении работы принимали кроме этого участие: С. М. Пеленовская, О. С. Матусевич, Г. А. Дмитриев и А. П. Уринсон.

В 6-часовых опытах воздушный куб на чел/час равнялся $83,3 : (27,6) = 0,514 \text{ м}^3$, в 8-часовых он доходил до $0,386 \text{ м}^3$, а в 10-часовых до $0,308 \text{ м}^3$. В 3 опытах (4/II, 8/IV и 14/IV) с нами в камере был еще один человек, и воздушный куб был в эти дни, естественно, несколько ниже: 4/II — $0,496 \text{ м}^3$ и 8/IV и 14/IV — $0,372 \text{ м}^3$.

Всего нами проведено 8 различных серий опытов при общем их числе в 22. Опыты происходили два раза в шестидневку и продолжались с 1/II по 29/IV 1932 г. В установленных промежутки времени мы определяли следующие физиологические данные:

а) у всех испытуемых: частоту пульса и кровяное давление, температуру тела, частоту дыхания и легочную вентилизацию (у 14 испытуемых);

б) у отдельных групп испытуемых: кожную температуру, сфигмографию, треметрию, состав альвеолярного воздуха, CO_2 — емкость крови; активную реакцию, титруемую кислотность и аммиак мочи;

в) у 2 испытуемых: биоэнергетику и состояние сердечнососудистой системы при функциональной пробе (20-кратном подымании на стул в течение 1 мин.);

г) для суждения об изменении умственной работоспособности все испытуемые подвергались в камере испытанию по вариантам тестов Бурдона и Крепелина.

Параллельно с физиологическими исследованиями в камере производились каждые $\frac{1}{2}$ — 1 час измерения температуры и относительной влажности (психрометром Ассмана) и охлаждающей силы воздуха (с помощью кататермометра) на уровне дыхания и на уровне $\frac{1}{2} \text{ м}$ от пола.

I. Санитарно-гигиенические условия

1 и 2 серии. Без искусственного воздействия на метеорологический фактор. Всего проведено по 3 опыта шести- и восьмичасовой продолжительности. Начальная температура воздуха не была постоянной (что находилось в зависимости от условий подготовки камеры) и колебалась от $17,6$ до $20,8^\circ$ (за исключением первого дня, когда исходная температура была равна $24,0^\circ\text{C}$. В продолжение всего опыта наблюдалось повышение температуры, причем наиболее сильное повышение имело место в первые два часа, доходя в отдельных случаях до $4,3^\circ\text{C}$ в один час (при более низких начальных температурах).

В последующие часы изменение температуры происходило более равномерно примерно на $0,8^\circ\text{C}$ в один час. Повышение температуры за время полного опыта в 6 часов равнялось $7,0$ — $10,4^\circ\text{C}$ и за 8 час. — $9,0$ — $12,2^\circ\text{C}$. Конечная температура при 6-часовых опытах равнялась $26,2$ — $28,2^\circ\text{C}$ (за исключением 1 опыта, когда конечная температура из-за высокой исходной дошла до 32°C). При 8-часовых опытах температура доходила до $28,6$ — $29,8^\circ\text{C}$. Разность температур на уровне дыхания и на уровне $\frac{1}{2} \text{ м}$ от пола была весьма значительна, доходя до 3 — 6°C .

Начальная относительная влажность колебалась от $38,4$ до $59,8\%$, конечная от $83,4$ до $97,0\%$, при 6-часовых опытах и от $87,2$ до $93,0\%$ при 8-часовых опытах. Наиболее сильное повышение относительной влажности имело место в течение первого часа опыта. В последние часы отмечалась конденсация водяных паров на стенах, потолке и полу камеры, увеличивавшаяся по мере приближения к концу опыта. Подвижность воздуха была незначительная как на уровне дыхания, так и на уровне $\frac{1}{2} \text{ м}$ от пола, колеблясь от $0,04$ до $0,06$, и лишь в отдельных случаях она доходила до $0,16$ — $0,18 \text{ м/сек.}$ и в одном случае до $0,25 \text{ м/сек.}$ Охлаждающая сила воздуха была весьма ничтожна, особенно к концу опыта. Н — сухого кататермометра в I серии от исходной $2,6$ — $5,2$ упала до $1,8$ — $3,9$, а во II серии от исходной $3,4$ — $5,3$ до $3,2$ — $2,6^\circ$. Соответственно этому отмечалось значительное повышение эквивалентно-эффективной температуры: В I серии с $14,8$ — $16,8$ до $24,8$ — $26,9^\circ$, а в I день с $21,1$ до $31,3^\circ$. Во II серии с $14,3$ — $17,7$ до $27,6$ — $28,4^\circ$. Такое значительное повышение эквивалентно-эффективной температуры не могло не сказаться, как мы увидим из

приводимых далее данных, на самочувствии и физиологических функциях организма.

3 и 4 серии. Охлаждение камеры снаружи. Всего было проведено 5 опытов: из них 3 семичасовых и 2 десятичасовых. Охлаждение воздуха достигалось путем пропускания холодного воздуха через внешнюю рубашку камеры. Это мероприятие не было достаточно эффективным, чтобы удержать температуру воздуха на постоянной исходной высоте. Однако оно значительно умеряло повышение температуры воздуха. Конечная температура к 7 часам равнялась всего $22,2-24,0^{\circ}\text{C}$, немногим превышая зону комфорта, лишь к 10 часам она доходила до $25,6-28^{\circ}\text{C}$. Относительная влажность, благодаря усиленной конденсации водяных паров на охлаждаемых стенках камеры, была также значительно снижена, доходя к 7 часам до $82,4\%$, а к 10 до $86,6\%$.

Движение воздуха увеличилось лишь незначительно, доходя до $0,12-0,16$ м/сек.

В связи с более низкой температурой в камере, охлаждающая сила воздуха была большей, чем в предыдущих сериях: Н — от 6,0 доходило лишь до $4,3-5,2$ (в III серии) и до $3,0-4,1$ (в IV серии), эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) доходила к 7 часам лишь до $21,0-22,7^{\circ}$, а к 10 часам до $24,7-26,7^{\circ}$.

Таким образом, режим охлаждения камеры снаружи хотя и не был достаточно эффективным, чтобы создать постоянную температуру, все же создал значительно благоприятные условия (особенно при 7-часовых опытах), чем в предыдущих сериях.

5 серия. Циркуляция воздуха внутри камеры. Циркуляция воздуха достигалась при помощи четырех винтовых вентиляторов, установленных внутри самой камеры, из них два вентилятора (типа „Сирокко“ и типа Блекман) помещались на специальных стойках на высоте $1,4$ м от пола. Впереди вентиляторов на стороне нагнетания укреплялись жалюзийные решетки, дававшие возможность направлять воздух в разные зоны камеры. Два других вентилятора (типа „Сирокко“ и типа Цаги) помещались непосредственно на полу у противоположной стороны. Подаваемый ими воздух был направлен кверху над некоторым углом к стене. В начале опыта пускались в действие лишь первые два вентилятора, причем в зависимости от самочувствия испытуемых изменялось направление подаваемого вентиляторами воздуха при помощи жалюзийных решеток. Через 3—4 часа обычно пускались в действие другие два вентилятора.

Подвижность воздуха на уровне дыхания при работе двух вентиляторов колебалась в пределах $0,45-0,9$ м/сек. При работе же четырех вентиляторов она превышала $1,0$, доходя в отдельных точках до $2,0$ м/сек. На уровне $\frac{1}{2}$ м от пола подвижность воздуха несколько ниже: при двух вентиляторах $0,18-0,68$ м/сек., при четырех вентиляторах $0,68-0,95$ м/сек.

Конечная температура воздуха была весьма высока и доходила к 8 часам до $28,8-30,4^{\circ}$.

Относительная влажность доходила до $87,2-89,8\%$. Вследствие циркуляции воздуха в камере разность температур на разных уровнях значительно уменьшилась, доходя лишь до $0,6-3,6^{\circ}\text{C}$. Благодаря усиленному движению воздуха значительно возрасла охлаждающая сила воздуха, доходя до $6,4-6,9$, причем в продолжение опыта почти не отмечается снижения охлаждающей силы воздуха. Соответственно этому и эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), несмотря на высокую конечную температуру воздуха, была значительно снижена, доходя лишь до $22,0-26,5^{\circ}$.

Таким образом режим с циркуляцией воздуха внутри камеры оказался весьма эффективным для улучшения метеорологического фактора.

6 серия. Циркуляция и охлаждение воздуха внутри камеры. Циркуляция воздуха производилась так же, как в опытах в предыдущей серии, помощью четырех вентиляторов. Охлаждение же воздуха внутри камеры производилось протекающей холодной водой. Для этой цели в камере был установлен вентиляционный агрегат „альфа № 1“ завода „Кооператор“ производительностью в 2000 куб. м/час. Пластинчатый калорифер агрегата был присоединен к водопроводной линии. В среднем через калорифер пропускалось 500 кг/час воды.

Температура поступающей воды была 5°, а удаляемой 8—10°. Выбрасываемый вентилятором из агрегата воздух направлялся на одну из стен, против которой был установлен агрегат.

Применение агрегата „альфа“ в качестве охладителя дало удовлетворительные результаты. За 8 часов опыта температура воздуха повысилась на 5,6—6,2°C. Во II серии при режиме без охлаждения температура воздуха за 8 часов повышалась на 9,0—12,0°C. При наружном охлаждении стенок камеры температура повышалась за 7 часов на 5,4—7,8°C. Конечная температура воздуха доходила до 23,4—24,6°C, т.е. немногим превышала зону комфорта.

Относительная влажность воздуха не превышала 84,0—85,6%. В предыдущей серии при рециркуляции без охлаждения относительная влажность доходила до 87,2—90,0%. Понижение влажности объясняется обильной конденсацией водяных паров на холодных поверхностях агрегата.

Подвижность воздуха при работе двух вентиляторов была в пределах 0,25—0,64 м/сек, при работе четырех вентиляторов в пределах 0,64—1,0 м/сек., доходя в отдельных точках до 1,52 м/сек.

Охлаждающая сила воздуха при данном режиме была весьма сильна, доходя для сухого кататермометра до 7,3—9,8, а для влажного — до 20,7—26,9, ЭТТ же доходила лишь до 16,3—19,2°.

7 серия. Осушение воздуха. Осушение воздуха камеры производилось посредством силикогеля с помощью особого фильтра, соединенного с вентилятором. По некоторым техническим причинам установка, употреблявшаяся нами, оказалась недостаточно эффективной и дала лишь небольшое снижение влажности. Конечная величина относительной влажности равнялась 81,2—82,2% и была ниже, чем в опытах без осушения, всего лишь на 5—8%. В первую половину опыта снижение влажности было более значительным — на 10—14%.

Конечная температура равнялась 28,0—29,8°C. Движение воздуха, благодаря действию одного вентилятора, было значительнее обычного и колебалось от 0,4 до 0,5 м/сек. ЭТТ доходила до 24,3—26,9°.

Таким образом, метеорологические условия в этой серии, несмотря на производившееся осушение, были очень близки к первым двум сериям.

8 серия. Утяжеленная серия с введением CO₂ (4 часа). По метеорологическим условиям эта серия близка к первым двум сериям (без охлаждения), но благодаря меньшей длительности конечные величины ниже. Конечная температура равна 26,0—26,6°C, относительная влажность 79,2—86,6%, движение воздуха 0,04—0,18 м/сек, ЭТТ доходила лишь до 27,7—25,5, Н—3,9—4,5.

Основное влияние в этой серии оказывало, конечно, влияние химического, а не метеорологического фактора.

II. Химический состав воздуха

Динамика изменений химического состава воздуха в камере приведена в табл. 1. Кислород воздуха систематически уменьшался в среднем на 0,65—0,70% в час, в сериях с охлаждением убывание кислорода шло более медленно (в среднем 0,55—0,60% в час); в сериях

ТАБЛИЦА 1
Химический состав воздуха камеры

С е р и и	Месяц и число	К и с л о р о д					Ч а с					У г л е к и с л о т а				
		0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10			
I. Без охлаждения — 6 часов . . .	1/II	20,20	18,90	17,30	15,40	—	—	0,50	1,80	3,10	4,50	—	—			
	4/II	20,35	18,80	17,40	16,20	—	—	0,50	1,80	3,10	4,20	—	—			
	28/II	20,50	19,15	17,75	16,50	—	—	0,35	1,65	2,85	3,95	—	—			
II. Без охлаждения — 8 часов . . .	16/III	20,25	19,05	17,70	16,20	14,70	—	0,40	1,40	2,70	4,10	5,50	—			
	19/III	20,20	18,80	17,50	15,95	14,45	—	0,40	1,65	2,85	4,25	5,60	—			
	23/III	19,90	18,70	17,60	16,10	14,55	—	0,45	1,60	2,75	4,20	5,60	—			
III. Охлаждение — 7 часов	8/II	20,40	19,25	18,10	17,0	(7 ч.) 16,50	—	0,45	1,40	2,50	3,45	3,85	—			
	11/II	20,50	19,10	18,0	16,90	16,35	—	0,30	1,60	2,70	3,65	4,10	—			
	16/II	20,60	19,20	18,15	17,20	16,65	—	0,20	1,45	2,40	3,30	3,75	—			
IV. Охлаждение — 10 часов	22/II	20,30	19,15	18,15	17,10	16,0	15,0	0,35	1,40	2,40	3,45	4,45	5,30			
	26/II	20,50	19,10	18,05	17,0	16,0	15,10	0,30	1,40	2,40	3,35	4,30	5,10			
	8/IV	20,60	19,05	17,45	15,90	14,50	—	0,40	1,75	3,15	4,60	5,25	—			
V. Рециркуляция — 8 часов	11/IV	20,50	19,15	17,55	16,15	14,70	—	0,45	1,60	2,90	4,25	5,65	—			
	14/IV	20,70	19,15	17,65	16,25	14,95	—	0,30	1,60	2,95	4,30	5,45	—			
	VI. Рециркуляция с охлаждением — 8 часов	19/IV	20,75	19,20	17,70	16,10	14,65	—	0,25	1,55	2,85	4,20	5,45	—		
21/IV		20,60	19,15	17,80	16,20	14,95	—	0,35	1,70	3,0	4,25	5,35	—			
25/IV		20,60	19,30	17,80	16,30	15,05	—	0,30	1,45	2,75	4,05	5,20	—			
VII. Осушение — 8 часов	16/IV	20,80	19,35	17,85	16,40	14,90	—	0,10	1,50	2,85	4,30	5,60	—			
	29/IV	20,65	19,30	18,0	16,60	15,35	—	0,30	1,50	2,65	3,85	4,95	—			
	VIII. Введение CO ₂	26/III	20,60	19,30	17,40	(4 ч. 40 м.) 16,95	—	—	0,65	2,15	5,85	6,25	—	—		
29/III		20,50	18,95	17,20	—	—	—	0,35	3,0	5,80	—	—	—			
1/IV		20,60	18,90	17,20	—	—	—	0,35	3,0	5,85	—	—	—			

*

же с рециркуляцией и осушением оно шло несколько более быстро: 0,70—0,75% в час, значительно быстрее было убывание кислорода в утяжеленной серии с искусственным введением CO_2 , составляя тут в среднем 0,80—0,85% в час. Конечные цифры содержания кислорода в воздухе ни в одной серии не лежат ниже 14,5%, и в ряде серий выше 16%, что говорит о том, что лишь в некоторых сериях (II, V, VI и VII) мы могли бы иметь дело с явлениями 1-й стадии аноксемии и то лишь в последние 1—2 часа. В основном же решающим фактором в наших опытах являлось значительное возрастание углекислоты в воздухе камеры.

Нарастание CO_2 воздуха шло также равномерно: в среднем в час на 0,60—0,65% (в сериях без охлаждения). В других сериях CO_2 воздуха обнаруживала те же закономерности, что и O_2 ; в сериях с охлаждением CO_2 нарастала лишь на 0,50—0,55% в час, а в сериях с рециркуляцией и осушением нарастание шло быстрее, составляя 0,65—0,70% в час.

Особняком, конечно, стоит серия с искусственным введением CO_2 . Эта серия опытов была нами предпринята с целью изучения влияния на подопытных скорости нарастания углекислоты во внешнем воздухе. Для этого мы вводили в камеру дополнительно 2,4 м³ CO_2 . В первый день опыта (26. III) мы все указанное количество CO_2 впустили в течение одного часа (от 1 ч. 45 м. до 2 ч. 45 м.) искусственно увеличив таким образом концентрацию CO_2 в воздухе дополнительно на 2,9% в один час.

ТАБЛИЦА 2

Динамика нарастания CO_2 в воздухе (по получасам)

Число и месяц	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
26/III	0,65	0,95	1,20	1,45	2,15	3,80	5,30	5,55	5,85	6,25
29/III	0,35	0,90	1,70	2,20	3,0	3,80	4,40	5,25	5,80	—
1/IV	0,35	0,90	1,75	2,35	3,0	3,60	4,30	5,0	5,65	—

В виду резкого действия столь быстрого нарастания CO_2 мы вынуждены были опыт прервать через 4 ч. 40 мин. после его начала при содержании CO_2 в 6,25%.

В дальнейших 2 опытах — 29/III и 1/IV — мы вводили то же количество CO_2 равномерно все 4 часа пребывания в камере по 0,6 м³ в час, повышая таким образом дополнительно концентрацию CO_2 в камере на 0,72%, т. е. почти на такую же величину, какую естественно давали испытуемые в час, и к концу 4-го часа мы имели такую концентрацию CO_2 в воздухе, какую мы обычно наблюдали после 8-часового пребывания в камере. В данной серии мы таким образом как бы удвоили число находившихся в камере людей, или сократили кубатуру на 1 человека вдвое (с 3,1 до 1,55 м³). Мы убедились в том, что это приводит к весьма неблагоприятному эффекту, так как в данной серии мы при тех же концентрациях CO_2 , что и в других сериях, имели значительно более резкие нарушения всех изученных нами физиологических функций.

III. Вентиляция легких и газообмен.

Зная воздушный куб на чел/час и динамику O_2 и CO_2 в воздухе камеры, нам не трудно вычислить среднее потребление кислорода

и выведение углекислоты на чел/час в различных сериях, что нами и представлено в табл. 3.

В среднем потребление кислорода в камере в опытах без охлаждения равно 21—22 л в час, а выведение CO_2 —18—20 л в час. Исключение представляет 1 опыт с потреблением кислорода в 24,7 л в час. Весь этот опыт, как первый, прошел при более возбужденном состоянии испытуемых и экспериментаторов, чем обычно.

Потребление кислорода и выведение CO_2 в наших опытах несколько ниже тех величин, которые обычно кладутся в основу технических расчетов по воздушному кубу в 35 л кислорода и 28 л CO_2 на чел/час—в покое сидя. Возможно, это следует объяснить относительно спокойным поведением наших испытуемых, сидевших все время за столами за легким чтением, письмом и проч. Лишь изредка некоторые испытуемые по ходу исследования вынуждены были переходить с одного места на другое.

Останавливает на себе внимание тот факт, что в сериях с охлаждением мы имели значительно меньшее потребление кислорода (16—18 л в час) и меньшее выведение углекислоты (15—16 л в час). Значительно улучшая самочувствие, охлаждение действовало успокаивающим и умеряющим образом на испытуемых, даже при 10-часовом пребывании в камере, что, естественно, сказалось на потреблении кислорода и выведении CO_2 .

С другой стороны, меньшая скорость нарастания углекислоты в опытах с охлаждением, как мы увидим из приводимых ниже данных, действовала умеряющим образом на возбуждение дыхательного центра, ограничивая вентиляцию легких.

Серия с рециркуляцией и даже серия с рециркуляцией и охлаждением дают несколько повышенное потребление кислорода и выведение CO_2 , несмотря на имевшее место явное улучшение общего самочувствия, особенно в VI серии. Здесь, очевидно, нашло свое отражение то возбуждение испытуемых, которое вызывал шум четырех вентиляторов: испытуемые, равно как и экспериментаторы, вынуждены были громко кричать при разговоре. Возбуждение сказывалось и на всем поведении испытуемых.

Значительное нарастание потребления кислорода до 24—26 л мы отмечаем в утяжеленной серии с искусственным введением CO_2 . Резкое раздражение дыхательного центра, сопровождающееся усиленной вентиляцией легких и, следовательно, усиленной работой дыхательных мышц, а также и некоторое общее возбуждение делают понятным усиление потребления кислорода и расхода энергии в данной серии.

Подтверждение сделанных нами выводов о газообмене по динамике содержания O_2 и CO_2 в воздухе камеры мы находим в данных прямого исследования методом Douglas-Haldane вентиляции легких и газообмена у наших испытуемых. Такому исследованию мы подвергли 14 чел., определяя у них по несколько раз в течение опыта величину вентиляции легких и одновременно забирая пробы выдыхаемого воздуха для анализа.

Уровень потребления кислорода и выведения углекислоты был почти такой же, какой мы получили при наших косвенных расчетах по динамике изменений химического состава воздуха.

Потребление кислорода было в пределах от 300 до 450 см^3 в 1 мин. или соответственно от 18 до 24 л в час. Увеличение потребления кислорода во время пребывания в камере на 50% может быть целиком отнесено за счет увеличенной работы дыхательных мышц вследствие значительного роста легочной вентиляции. В серии с охлажде-

нием мы получали несколько меньший подъем потребления кислорода, наибольшее же увеличение мы отмечаем в серии с осушением, которая по существу может быть приравнена к сериям I и II без охлаждения.

Выведение CO_2 колеблется от 250 до 300 см^3 в 1 мин. или соответственно от 15 до 18 л в час.

Дыхательный коэффициент колеблется от 0,70 до 0,90, давая в наиболее тяжелых сериях с осушением (VII) и рециркуляцией (V) заметное снижение к концу пребывания в камере. Особенно резко это снижение в серии VII с осушением (до 0,61).

ТАБЛИЦА 3

Газообмен (на чел/час в литрах) (по данным анализа воздуха камеры)

С е р и я	Месяц и число	Потребле- ние кисло- рода на 1 чел/час	Выведение углеки- слоты на 1 чел/час	Дыхат. коэфф.
I. Без охлаждения — 6 час.	1/II	24,672	20,680	0,84
	4/II	20,542	18,315	0,89
	28/II	20,680	18,615	0,90
II. Без охлаждения — 8 часов . . .	16/III	21,423	19,686	0,92
	19/III	21,932	20,176	0,92
	23/III	20,758	19,982	0,96
III. Охлаждение — 7 часов	8/II	17,199	14,994	0,87
	11/II	18,301	16,758	0,92
	16/II	17,420	15,656	0,90
IV. Охлаждение — 10 часов	23/II	16,324	15,246	0,93
	26/II	16,632	14,784	0,89
V. Рециркуляция — 8 часов	8/IV	22,692	21,797	0,96
	11/IV	21,809	20,072	0,92
	14/IV	21,425	19,193	0,90
VI. Рециркуляция и охлаждение — 8 час.	19/IV	23,546	20,072	0,86
	21/IV	21,809	19,300	0,89
	25/IV	21,423	18,914	0,88
VII. Осушение — 8 час.	16/IV	22,774	21,230	0,93
	29/IV	20,458	17,949	0,88
VIII. Введение CO_2 — 8 час.	26/III	24,090	17,975	0,74
	20/III	25,443	18,660	0,73
	1/IV	26,114	19,633	0,75

Большой интерес представляет вычисленный нами коэффициент потребления кислорода (КПК), представляющий собой количество см^3 потребленного кислорода на 1 л вдыхаемого воздуха. В первые часы пребывания в камере КПК равен 30—35, к 6-му часу он снижается почти в 2 раза до 16,0—21,0, в последние же часы КПК равняется всего 12,0—15,0. Такое же резкое снижение КПК (почти в 3 раза) мы отмечаем и в утяжеленной серии.

Концентрация CO_2 в альвеолярном воздухе закономерно возрастала по мере пребывания в камере на 1,0—1,5% с 5,0—5,50% до 6,50—7,00%. При этом мы отмечаем определенную зависимость повышения концентрации CO_2 в альвеолярном воздухе от содержания CO_2 в воздухе камеры. Так как в разных сериях опытов темп нарастания CO_2 в воздухе был различен, то в разные часы пребывания в камере мы имеем

так же, как и для легочной вентиляции, разные величины концентрации CO_2 в альвеолярном воздухе. Особенно существенна эта разница для серий с охлаждением.

Особый интерес представляют данные о вентиляции легких, так как на дыхательной функции ярче всего сказалось влияние пребывания в камере и нарастание CO_2 в воздухе.

Так как эти данные у всех испытуемых весьма близки друг другу, мы позволяем себе для краткости привести только средние данные, расположенные по часам пребывания в камере (табл. 4). В дальнейшем изложении мы объединяем I и II серии без охлаждения и III и IV с охлаждением, так как они отличаются друг от друга только по длительности.

ТАБЛИЦА 4
Легочная вентиляция (в 1 мин. в литрах)

С е р и и	Часы пребывания в камере									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I и II. Без охлаждения . . .	9,4	9,9	10,7	11,8	16,5	24,3	26,1	—	—	—
III и IV. С охлаждением . . .	—	9,3	—	11,6	12,8	—	15,7	—	27,4	—
V. Рециркуляция	8,8	10,0	—	—	19,5	23,7	29,1	33,6	—	—
VI. Рецикул. с охлажден. . .	8,8	9,9	—	—	16,2	20,0	25,8	30,0	—	—
VII. Осушение	9,4	9,6	—	—	17,3	19,1	26,3	30,5	—	—
VIII. Введение CO_2	8,9	9,9	17,5	31,3	—	—	—	—	—	—

При рассмотрении данных табл. 4 мы видим, как резко возрастает легочная вентиляция в покое по мере пребывания в камере, доходя до 30—35 л в 1 мин., а в некоторых случаях превышая 40 л, т. е. в 4—5 раз выше, чем в покое, что мы в обычных условиях наблюдаем лишь при весьма усиленной работе. Особо крутой темп нарастания мы отмечаем после 6 часов пребывания в камере, хотя в разных сериях кривая вентиляции идет по-разному. Мы видим в этом подтверждение высказанного нами выше соображения, что охлаждение действует умеряюще на легочную вентиляцию. В сериях с охлаждением мы имеем к 7 часам лишь удвоение легочной вентиляции, что в других сериях мы имеем уже к 5 часам. Серии с рециркуляцией дают наиболее высокие цифры легочной вентиляции благодаря отмеченному нами выше общему возбуждению от шума вентиляторов. Несколько более низкие цифры дают VI и VII серии с рециркуляцией и охлаждением и осушением. Наиболее резкое увеличение вентиляции мы, понятно, имеем в утяжеленной серии с искусственным введением CO_2 , где к 4 часам мы имеем увеличение вентиляции в 4 раза.

Однако при сопоставлении наших данных о легочной вентиляции не по часам пребывания в камере, а по величине концентрации CO_2 в воздухе камеры (что нами представлено в табл. 5), мы убеждаемся в том, что в основном величина легочной вентиляции определяется концентрацией CO_2 в воздухе камеры, так как при данной концентрации CO_2 мы имеем почти одинаковые величины легочной вентиляции во всех сериях (даже и в утяжеленной). Но так как темп нарастания CO_2 в воздухе камеры различен в разных сериях, мы имеем и разный объем легочной вентиляции.

ТАБЛИЦА 5
Легочная вентиляция (в 1 мин. в литрах)

Серии опытов	Содержание CO_2 в камере (в процентах)						
	0,5—2,0	2,0—3,0	3,0—4,0	4,0—4,5	4,5—5,0	5,0—5,5	5,5—6,0
I и II. Без охлажден..	9,4	11,8	15,9	16,3	—	26,1	—
III и IV. Охлаждение .	9,4	12,5	17,5	—	27,0	27,6	—
V. Рециркуляция . . .	9,9	—	19,8	23,3	24,4	29,9	35,4
VI. Рециркуляция с охлаждением	9,6	—	18,2	21,5	25,0	27,2	36,4
VII. Осушение	9,4	11,8	18,2	—	24,6	29,0	34,8
VIII. Введение CO_2 . . .	9,6	10,8	17,5	19,4	23,6	30,0	34,0

Следует отметить, что легочная вентиляция нарастает главным образом не за счет увеличения числа дыханий в минуту, а за счет увеличения объема каждого дыхания: число дыханий в среднем увеличивается в 1,5 раза с 16 до 24, а легочный объем в 2—3 раза с 0,50 до 1,36 л. Особых закономерностей по отдельным сериям при этом не отмечается.

IV. Щелочно-кислотное равновесие крови

Параллельно с анализом альвеолярного воздуха мы производили у 2 испытуемых анализ CO_2 — емкости крови, что давало нам возможность судить о сдвиге активной реакции крови. Насыщение проб крови производилось при 38°C воздухом при двух различных напряжениях CO_2 . Определения проводились в манометрической модели аппарата Van-Slyke. Приводимые ниже цифры получены для напряжения CO_2 в 40 мм ртутного столба. Кроме этого, для суждения о величине компенсаторной роли почек в сохранении щелочно-кислотного равновесия крови и тканей, мы определяли у тех же испытуемых активную и титруемую кислотность и аммиак мочи (по Folin).

Реакция крови является одной из наиболее устойчивых физиологических констант. В нормальных условиях отмечаются колебания pH крови лишь в пределах немногих сотых. Большие сдвиги, выражающиеся в десятых, знаменуют уже серьезные нарушения щелочно-кислотного равновесия в организме. Активная реакция крови определяется соотношением между свободной и связанной углекислотой.

Повышенное содержание CO_2 в воздухе камеры должно было повлечь за собой повышенное напряжение CO_2 в альвеолярном воздухе и, следовательно, увеличение растворенной углекислоты в крови. Сохранение константной реакции крови в данных условиях возможно лишь при соответствующем возрастании щелочного запаса крови. Отсутствие изменений или снижение в содержании бикарбоната говорит о большем или меньшем сдвиге активной реакции крови в кислую сторону.

Полученные нами результаты, представленные в табл. 6, говорят о том, что к концу пребывания в камере, под влиянием нарастающего содержания CO_2 в воздухе, альвеолярное напряжение CO_2 во всех случаях значительно возрастало. CO_2 — емкость крови смещалась незначительно и притом чаще вниз, в результате чего активная реакция крови сдвигалась в кислую сторону, в некоторых случаях весьма

значительно (на 0,10—0,15). Со стороны мочи изменения были незначительные: чаще всего отмечалось некоторое повышение выведения кислот и аммиака.

ТАБЛИЦА 6

CO₂ — емкость крови и CO₂ — напряжение альвеолярного воздуха

Серия	Дата	Фамилия	CO ₂ — емкость крови (в об. ‰)		CO ₂ — напряжение альвеол. воздуха (в мм ртут.)		Сдвиг рН крови
			до	после	до	после	
V. Рециркуляция	8/IV	Р.	46,5	41,8	44,0	60,2	0,13
	8/IV	М.	44,3	46,7	48,2	56,0	0,01
	11/IV	З.	48,5	41,8	46,7	51,2	0,07
	11/IV	В.	48,1	44,7	51,2	60,0	0,09
	11/IV	П.	44,7	43,0	49,1	51,2	0,03
	14/IV	Б.	43,5	42,7	40,8	52,9	0,08
	14/IV	Г.	40,5	39,4	38,6	51,5	0,06
VI. Рециркуляция и охлаждение	21/IV	Ш.	45,4	41,4	48,0	50,2	0,04
	21/IV	Б.	44,3	43,2	50,9	53,4	0,02
	25/IV	Х.	43,5	40,5	37,5	49,3	0,10
	25/IV	П.	43,5	47,2	47,0	52,9	0,01
VII. Осушение	16/IV	М.	40,5	44,3	36,2	48,7	0,05
	16/IV	Ш.	44,5	43,5	40,1	53,3	0,09
VIII. Введение CO ₂	26/III	П.	46,5	42,5	35,8	55,4	0,15
	26/III	К.	45,9	43,5	43,7	60,4	0,16
	29/III	И.	41,4	37,0	40,2	55,0	0,11
	29/III	С.	40,1	41,8	38,0	50,4	0,04
	1/IV	И.	43,9	41,6	38,3	52,9	0,10
	1/IV	С.	42,1	40,1	37,6	53,6	0,11

Основным угрожающим моментом следует считать снижение рН крови. Этот сдвиг рН крови обуславливал ряд физиологических изменений, в частности то значительное (в 4—5 раз) возрастание легочной вентиляции, которое мы выше отмечали.

Благодаря такой усиленной легочной вентиляции, несмотря на значительное накопление CO₂ в воздухе камеры, содержание CO₂ в альвеолярном воздухе превышало содержание CO₂ в камере лишь на 1,0—1,5‰.

Сдвиг активной реакции крови на 0,1—0,15, отмечаемый нами к концу опыта у некоторых подопытных, является значительным. Подобные сдвиги в физиологических условиях наблюдаются, по данным многих авторов, лишь при напряженной мышечной работе.

Нами в табл. 6 приведены данные лишь для 4 последних серий, для которых имеются наиболее полные данные с уточненной методикой.

При сопоставлении полученных данных по отдельным сериям выявляется разница, зависящая от режима камеры. Наименьшие сдвиги крови обнаружены были в опытах с искусственным охлаждением камеры. Наибольшие сдвиги — в серии с искусственным введением CO₂. Метеорологический режим камеры отражался на химизме крови косвенно, через обусловленную изменением газообмена подопытных скорость нарастания CO₂. Повышенная в два раза скорость нарастания CO₂ в воздухе камеры в утяжеленной серии сказалась в резком сдвиге рН крови и напряжения CO₂ в альвеолярном воздухе. Уменьшение же темпа нарастания CO₂ в сериях с охлаждением на тех же показателях сказалось благоприятно.

V. Сердечно-сосудистая система

Повышение активной реакции крови на $0,1$, установленное в наших опытах, должно было, согласно данным Кларка, повести к замедлению ритма сердечной деятельности и к повышению тонуса периферических сосудов (Собет). Однако, прямое действие CO_2 могло несколько затуманиваться такими факторами, как температура и влажность, действующими на сердечно-сосудистую систему в обратном направлении, вызывая учащение сердечной деятельности и расширение периферических сосудов.

В наших опытах мы большей частью имели комбинированное действие CO_2 и повышенной температуры. Лишь в III серии с охлаждением и в 8 с искусственным введением CO_2 мы имели возможность обнаружить непосредственное действие CO_2 . В обеих этих сериях, $72-78\%$ всех случаев дают к концу опыта уменьшение частоты пульса на $5-20$ ударов в минуту, случаи повышения частоты пульса весьма редки (10%). Минимальное кровяное давление (КД) вследствие повышения тонуса периферических сосудов увеличивается на $5-20$ мм рт. ст. Максимальное КД дает почти одинаковое количество случаев повышений и понижений. Амплитуда в $70-80\%$ всех опытов понижена на $5-20$ мм. Аналогичные отношения наблюдались и в IV серии с 10-часовым охлаждением, но там, благодаря большей продолжительности опыта, выявляется в большей степени влияние температуры: количество случаев с повышением частоты пульса возрастает, максимальное КД преимущественно повышается (в 58%). Минимальное же КД и амплитуда ведут себя так же, как в предыдущих сериях. Следует отметить, что во всех сериях преобладает повышение минимального КД, превышающее повышение максимального КД и ведущее, следовательно, к падению амплитуды. Следовательно прямое действие CO_2 подавляет влияние других факторов. В сериях I и II без охлаждения мы имеем чаще всего учащение пульса на $5-15$ ударов в 1 мин., повышение максимального КД и падение амплитуды. В сериях V и VII с рециркуляцией и осушением реакция сердечно-сосудистой системы аналогична реакции первых двух серий, но учащение пульса и повышение максимального кровяного давления здесь еще чаще встречается, понижение же амплитуды встречается реже, чем в предыдущих сериях. Несомненно, здесь имело место влияние общего возбуждения испытуемых, благодаря шуму моторов, и значительное повышение температуры. В серии же VI с рециркуляцией и охлаждением мы снова имеем данные близкие к сериям IV и VIII: преобладает падение частоты пульса. Максимальное и минимальное же КД ведут себя как в V серии с рециркуляцией, амплитуда дает почти одинаковое количество повышений и понижений.

Общий размах колебаний уровня кровяного давления невелик (± 20 мм.). Однако существенна определенная направленность этих изменений. Преобладающее повышение минимального КД и падение амплитуды при понижении частоты пульса или при недостаточном его учащении, неспособном перекрывать падение амплитуды, ведет к уменьшению эффективности кровоснабжения под влиянием действия высоких концентраций CO_2 .

VI. Температура тела и кожи

Температура тела в первых 4 сериях нами измерялась во рту. При этом мы обнаружили значительное снижение температуры тела к концу опыта на $0,5-1,0^\circ \text{C}$, в некоторых случаях снижение было даже более,

чем на 1°. Однако столь значительные снижения температуры тела следует скорее объяснить допускаявшейся нами методической ошибкой при измерении температуры во рту: к концу опыта испытуемые не были в состоянии дышать при закрытом рте, и термометр охлаждался проходящим воздухом.

В последующих 4 сериях мы стали измерять температуру тела подмышками. Конечно, и такое измерение страдает неточностью, особенно при потении. Вернее было бы измерять температуру recti, но по техническим причинам мы должны были от этого отказаться. Наблюдавшиеся нами при этом изменения температуры тела весьма невелики, колеблясь в пределах $\pm 0,5^\circ$. При этом в серии без охлаждения с осушением, где несомненно было некоторое перегревание организма, мы в 58% всех случаев имели повышение температуры в пределах $0,5^\circ$, понижение температура весьма редко (15%), остальные 27% падают на случаи без изменений.

В VIII серии с искусственным введением CO_2 , где преобладающим несомненно явилось действие химического фактора, мы чаще всего (в 62%) встречаемся с понижением температуры на $0,6^\circ$, случаев повышения температуры тела всего лишь 18%.

В сериях с рециркуляцией картина получается несколько более сложная, благодаря действию нового фактора — общего возбуждения вследствие шума. В этих сериях (V и VI) мы встречаем одинаковое количество случаев повышений и понижений температуры.

В основном мы можем сделать тот вывод, что в сериях, неосложненных другими факторами, прямое действие высоких концентраций CO_2 сказывается в преимущественном понижении температуры тела. Механизм этого снижения не вполне ясен. Его следует объяснить, быть может, повышением теплоотдачи, благодаря усиленной вентиляции легких.

Данные о динамике кожной температуры по отдельным опытным дням разных серий нами получены для 4 испытуемых, подвергавшихся каждый раз исследованию посредством термопары. Резкие колебания кожной температуры в $6-7^\circ$ мы отмечали лишь в первых 2 сериях без охлаждения, причем максимум повышения падает на первые часы пребывания в камере. В дальнейшем же после наступления потоотделения температура кожи повышается незначительно. В сериях с охлаждением кожная температура практически или вовсе не повышалась, или же повышалась в 10-часовых опытах на $1,0^\circ$, точно отражая таким образом состояние температуры воздуха. Небольшое повышение кожной температуры мы отмечаем в серии с рециркуляцией (V). Движение воздуха действовало, несомненно, умеряюще на кожную температуру. В утяжеленной серии и в серии с осушением мы имели значительное повышение кожной температуры (на $3,0-2,0^\circ$) благодаря имевшему место повышению температуры воздуха. В серии же с комбинированным действием рециркуляции и охлаждения мы отмечали даже снижение кожной температуры по ходу опыта.

В VII. Функциональная проба

В целях суждения об изменениях в работоспособности испытуемых под влиянием многочасового пребывания в камере мы применяли функциональную пробу в виде 20-кратного подымания на табурет высотой в 45 см в течение одной минуты, изучая одновременно газообмен и состояние сердечно-сосудистой системы в период относительного покоя до работы, в период работы (только газообмен) и в период восстановления в течение 10 мин.

Испытанию подверглись 2 испытуемых, по 2—4 раза в течение опыта.

В основном, если судить по потреблению кислорода, проба протекала в начале опыта так же, как в обычных условиях. К концу же пребывания в камере мы почти всегда отмечали уменьшение коэффициента полезного действия (рост избыточного расхода энергии), возрастание коэффициента кислородной задолженности, что говорит об ухудшении условий для восстановления во время самой работы.

Однако все эти изменения не столь велики, чтобы они говорили о значительном и весьма существенном нарушении работоспособности. Более убедительные данные по вопросу о нарушении работоспособности получаются при рассмотрении данных о легочной вентиляции и выведении CO_2 .

Исходная легочная вентиляция в конце пребывания в камере весьма высока и доходит до 30—33 л в 1 мин. (в 4 раза выше нормы).

При этих условиях наша сравнительно легкая функциональная проба доводила вентиляцию легких в период работы до 45 л в 1 мин., а в отдельных случаях и свыше 50 л, вызывая таким образом резкую одышку. При этом прирост валовой легочной вентиляции резко обгонял прирост потребления кислорода: прирост вентиляции — 140—230%, а прирост валового потребления кислорода 14—40%.

Увеличение выведения углекислоты в период работы и восстановления отстает от роста потребления кислорода. Это говорит о том, что имевшееся к концу пребывания в камере затруднение в выведении CO_2 , благодаря высокой концентрации CO_2 в воздухе камеры, еще более усугублялось в результате относительно небольшой мышечной работы при применявшейся нами функциональной пробе. В отдельных сериях опытов получаем весьма убедительную разницу в приросте вентиляции к концу пребывания в камере: прирост вентиляции при охлаждении 57—88%, а без охлаждения и при рециркуляции и осушении 140—230%. Такие же данные получаются и при сравнении потребления кислорода по сериям: 34—40% в сериях без охлаждения и при рециркуляции и 18—20% при охлаждении.

В сериях с охлаждением мы получаем к 7 и 9 час. такой же темп прироста, как к 5 часам в 1 серии без охлаждения. Серии с рециркуляцией и здесь дают более высокие данные, чем обычно, что мы объясняем общим возбуждением испытуемого в этих сериях вследствие шума вентиляторов. Не совсем ясна причина отсутствия повышения валового потребления кислорода в утяжеленной серии при значительном темпе прироста легочной вентиляции (у нас, правда, приведены лишь данные единичного опыта).

Сердечно-сосудистая система справлялась с заданной ей работой во время функциональной пробы как в начале, так и в конце пребывания в камере, давая удовлетворительную реакцию. Останавливали наше внимание лишь низкий исходный уровень максимального КД и относительно повышенная исходная частота пульса. Мы отмечали это почти у всех наших испытуемых. Исходная частота пульса колебалась у них от 60 до 80 ударов в 1 мин., максим. КД. от 80 до 110 мм, а миним. КД от 40 до 60 мм.

Восстановление пульса происходило обычно на 3-й мин., вслед за этим отмечалось часто западение пульса. Максимальное КД в начале пребывания в камере возвращалось к норме чаще всего на 5-й мин., а в конце пребывания в камере не возвращалось чаще всего и на 15-й мин.

Минимальное КД давало небольшие изменения, которые быстро проходили; очень часто мы отмечали последующее повышение минимального КД.

ТАБЛИЦА 7

Газообмен при функциональной пробе (в 1 мин.)

Исп. К.

С е р и и	Часы	Легочная вентиляция					Потребление кислорода					Выведение углекислоты				
		Покой	Работа	Восстановление			Покой	Работа	Восстановление			Покой	Работа	Восстановление		
				0'-2'	3'-6'	7'-10'			0'-2'	3'-6'	7'-10'			0'-2'	3'-6'	7'-10'
I. Без охлаждения																
6 час.	1	9,2	17,3	18,4	10,8	8,8	272	756	666	275	260	239	526	619	238	238
	5	15,6	28,3	32,3	18,8	16,8	272	775	706	265	247	230	470	639	263	227
II. Без охлаждения																
8 час.	1	9,8	22,1	19,6	11,9	9,4	221	800	639	274	259	212	594	617	333	235
	7	30,4	45,0	43,6	34,9	31,8	310	986	1055	382	319	267	603	580	375	319
III. С охлаждением																
7 час.	1	9,9	22,2	20,2	11,2	10,0	302	950	769	376	302	198	510	522	302	242
	6	16,0	33,2	32,6	20,1	17,4	320	1061	951	423	366	226	618	697	357	270
IV. С охлаждением																
10 час.	1	9,8	22,2	20,8	11,5	9,8	272	922	774	358	333	229	592	656	324	268
	9	28,1	37,5	43,3	29,8	28,8	332	956	969	442	406	299	645	795	389	342
V. Рециркул. 8 час.																
	1	10,4	21,7	22,6	12,4	10,6	297	856	853	338	321	237	638	777	334	285
	7	33,5	45,0	43,2	36,6	35,5	476	1145	913	517	467	290	612	678	397	356
VI. Рециркуляция и																
охлажд. 8 час. .	1	9,5	21,1	19,2	11,2	10,1	288	966	702	318	304	215	529	714	261	218
	7	30,0	39,2	41,6	32,6	30,5	430	1021	912	494	500	332	588	752	411	385
VII. Осушение 8 час.																
	1	11,4	24,1	21,9	12,8	10,8	369	1060	865	416	309	278	623	699	356	270
	7	29,0	36,8	40,6	31,0	30,5	415	945	946	465	445	267	530	718	366	311
VIII. Введение CO ₂																
4 час.	1	10,9	21,3	21,2	12,8	10,9	340	869	800	358	304	205	484	620	307	230
	3	26,1	37,9	37,7	29,6	28,5	289	985	792	326	328	221	470	694	417	426

Западение пульса, длительное повышение максимального и минимального КД в периоде восстановления возможно стоят в связи с общим состоянием с. с. с. под влиянием высоких концентраций CO₂, характеризующемся, как мы видели выше, замедлением сердечной деятельности и повышением тонуса периферических сосудов.

VIII. Умственная работоспособность

В качестве критериев, отражающих изменение умственной работоспособности под влиянием многочасового пребывания в камере, нами были взяты варианты тестов Бурдона (зачеркивание 2 значков в таблицах, состоящих из похожих значков) и Крепелина (суммирование столбцов из 5 однозначных цифр в течение 6 мин.). Однако, исследование с помощью этих тестов наталкивается на весьма серьезное препятствие в виду того, что рост упражняемости во время самых испытаний затемняет влияние других факторов (устомление, влияние режима). Так, при испытании тестом Бурдона последний опытный день дал по отношению к первому повышение производи-

тельности на 500%. Изменения же в течение опытного дня невелики и находятся в пределах $\pm 10\%$, причем особой закономерности в ходе этих изменений по дню и по отдельным сериям не отмечается. Очевидно рост упражняемости при данном варианте теста Бурдона перекрыл влияние всех остальных факторов.

По тесту Крепелина рост упражняемости от первого опытного дня до последнего равнялся всего 70%. Изменения в течение дня носили более закономерный характер. В преобладающем большинстве случаев мы к концу опыта обнаруживали понижение общей производительности на 10—15%.

По отдельным сериям наибольшие снижения (9—18%) отмечаются в утяжеленной серии с искусственным введением CO_2 к четвертому часу, в то время, как в остальных сериях к этому времени отмечаются лишь незначительные изменения, а очень часто и повышение производительности труда. К восьмому часу пребывания в камере наибольшие изменения производительности мы имели в VI серии с рециркуляцией (11—15%). Очевидно, здесь сказалось отвлекающее влияние шума моторов. Наименьшие изменения отмечаются в серии с охлаждением (1—3%).

Полученные нами результаты по тесту Крепелина говорят о том, что даже в наиболее тяжелых сериях мы не имели значительных нарушений умственной работоспособности.

Наряду с указанными тестами мы производили испытание ловкости движений рук на треномре при проведении штифтом в S-образной прорези, причем учитывалась общая длительность прикосновений штифтом. Этот тест испытывает по преимуществу психомоторные функции.

При работе на треномре участвуют ряд компонентов: внимание, зрительно-моторная координация, твердость руки и регулирование дыхания. Ухудшение работы на треномре говорит о нарушении указанных функций.

При рассмотрении полученных нами данных мы отчетливо устанавливаем нарастание длительности касаний к концу пребывания в камере, что говорит об ухудшении работоспособности на треномре. Более значительные изменения отмечаем мы в восьмом часу: наиболее резкие изменения в V серии с рециркуляцией (на 92—107%), в VI серии — с рециркуляцией и охлаждением (на 69—91%), во II серии — без охлаждения (56—88%) и в VII серии — с осушением (на 100%).

В сериях III и IV изменения остаются менее значительными до конца опыта: к 7 часам в III серии — 12—13% и к 8 часам в IV серии — 19—34%, и лишь к 9 часам мы имеем ухудшение работоспособности на 53%.

Следовательно, благоприятно сказался и на тренометрии режим с охлаждением камеры. Режимы же с рециркуляцией, рециркуляцией с охлаждением и с осушением дали ухудшение результатов по сравнению с режимом без вмешательства (серия II). Возможно, и тут сказалось возбуждение и утомление от шума моторов.

Особенно резкое ухудшение работоспособности мы отмечаем в утяжеленной серии с искусственным введением CO_2 : к 3-м часам мы имеем ухудшение работоспособности на 37—65%, а к 4-м — на 58—108%. Здесь особенно наглядно можно установить зависимость правильной работы на треномре от регулировки дыхания. При той значительной одышке (увеличение легочной вентиляции в 4—5 раз), которую мы отмечали к концу пребывания в камере, регулировка дыхания становилась весьма затруднительной, при этом имело, конечно, значение и падение других функций, участвующих в работе на треномре (внимание, зрительно-моторная координация; твердость руки).

IX. Субъективные жалобы и самочувствие.

В целях суждения о самочувствии и субъективных переживаниях испытуемых и экспериментаторов во время многочасового пребывания в камере, мы давали испытуемым заполнять каждые 2 часа (а в конце опыта каждый час) специальную анкету. Экспериментаторы же вели дневники.

На основании указанного материала и дневника мы можем установить следующую картину самочувствия испытуемых в камере.

1 серия без охлаждения — 6 часов. Уже на втором часу пребывания в камере начинается потоотделение, становится жарко. К 4 часу (содержание CO_2 — $3/10\%$) начинаются жалобы на затруднение дыхания. К 5 часу эти жалобы нарастают, а к 6 часу отмечаются значительная одышка и головная боль. По выходе из камеры — слабость, общая вялость и сильная головная боль. Легкая слабость ощущалась и на следующий день.

2 серия без охлаждения — 8 часов. Одиночные жалобы на затруднение дыхания имеются уже к 4 часам. К 6 часам половина испытуемых жалуется на одышку, а к 8 часам — подавляющее большинство (15 чел.). Имеется значительное количество жалоб на жару, потение, головокружение, сердцебиение, звон в ушах и общую усталость.

3 серия. С охлаждением — 7 часов. На затруднение дыхания к 6-и и 7-и часам жалуются лишь немногие. Первые же 6 часов протекают без жалоб. Других жалоб почти нет. Нет также указаний на ухудшение самочувствия и работоспособности. По данным дневника, легкая одышка появляется лишь к 6 часам, к 7 часам уже она становится более значительной. К концу опыта отмечается головная боль. Других жалоб нет.

4 серия. С охлаждением — 10 часов. До 8 часов картина жалоб аналогична наблюдавшимся в опытах прошлой серии. К 10 часам на затруднение дыхания жалуются больше половины всех испытуемых, появляются жалобы и на жару и потение, так как к концу опыта (к 10 час. 26/II) температура воздуха дошла до $28,0^\circ$.

5. Рециркуляция — 8 часов. К 6 часам на затруднение дыхания жалуются около половины испытуемых, а к 8 часам — подавляющее большинство.

Несмотря на наличие движения воздуха, к 8 часам имеется значительное количество жалоб на жару, потение, головокружение, сердцебиение и звон в ушах. Многие отмечают общую усталость, ухудшение самочувствия и работоспособности.

Данные дневника указывают на хорошее самочувствие в течение первых 5 часов: движение воздуха, вызываемое вентиляторами, дает приятное самочувствие. Угнетает несколько шум вентиляторов, особенно после 4 часов, когда пущены в ход все 4 вентилятора. Ухудшение самочувствия ощущается к 5 часам, с 5 часов — одышка. В последний час при температуре воздуха в $29-30^\circ$ движение воздуха не приносит уже заметного облегчения. Однако при остановке вентиляторов на 10 мин. ощущается значительная духота, тело покрывается испариной. Возобновление работы вентиляторов встречается с облегчением.

6 серия. Рециркуляция и охлаждение — 8 часов. Жалобы на затруднение дыхания имеются лишь к 8 часам. Прочие жалобы лишь одиночные. Нет также жалоб на усталость, ухудшение самочувствия и работоспособности.

Об эффективности комбинированного действия рециркуляции и охлаждения говорят также данные дневника. Однако одышка закономерно появляется к 6 часам, а к 8 она становится значительной. Других жалоб не отмечается.

7 серия. Осушение — 8 часов. Эффективность установки с силикогелем была незначительна, и опыты протекали в общем аналогично II серии, без охлаждения. К 5 часам появляются потоотделение, одышка, головная боль. В дальнейшем все эти явления нарастают.

8 серия — утяжеленная. Искусственное введение $2,4 \text{ м}^3 - \text{CO}_2$ 4 часа. Особо тяжело протекал первый день — 26. III, когда все количество CO_2 было введено сразу в течение 1 часа (с 2-х до 3-х). К концу опыта на резкую одышку жаловались все испытуемые, что побудило нас кончить опыт досрочно в 4 ч. 40 м. В дальнейшем опыты в этой серии мы не продолжали дольше 4 часов. Много жалоб на сердцебиение, плохое самочувствие и ухудшение работоспособности. В остальные два дня, благодаря равномерному впуску CO_2 в течение 4 часов, явления нарастали слабее, но все же жалоб значительно больше, чем во всех других сериях. По данным дневника, одышка появляется к 2-му часу пребывания в камере ($\text{CO}_2 - 3,0$), становится значительнее к 3-му часу и нестерпимой к концу опыта. „Сильная головная боль, соображение понижено. С трудом провели исследование, причем нет уверенности в правильности полученных данных“. Все испытуемые шумно дышат, у многих цианоз губ.

По выходе из камеры резкая слабость, головокружение и тошнота.

У 4 испытуемых была рвота по выходе из камеры. По приходе домой сильная головная боль, ночью плохой сон. На следующий день — общая слабость.

Последствие. Так как в большинстве серий мы достигали больших концентраций CO_2 (свыше 5% , а в некоторых опытах и свыше 6%), мы почти всегда по выходе

из камеры отмечали довольно сильное последствие. При быстром переходе из камеры в комнату чувствовалось резкое раздражение дыхательных путей свежим воздухом, дыхание было затруднено (как будто не хватало воздуха), возвращение в камеру приносило облегчение. В дальнейшем мы практиковали медленный переход из камеры в комнату, широко открывая двери камеры и выжидая в ней 5—10 минут. Общая слабость и вялость отмечались и по приходе домой. В первые дни опытов ночной сон приносил полное восстановление. В последующие опыты ночной сон не приносил облегчения, и на следующий день, а подчас и на третий день ощущалась общая слабость.

В ы в о д ы

I. Пребывание в герметически закрытой камере при кубатуре на человека в 3,1 м³ в течение 8 часов без внешнего воздействия на метеорологический фактор влечет за собой:

1. Повышение концентрации CO₂ в камере свыше 5,5% (в среднем в час на 0,60—0,65%).

2. Снижение концентрации кислорода воздуха до 14,5% (в среднем на 0,65—70% в час).

3. Повышение температуры воздуха с 18—21° С до 29—30° С, влажности до 87—93% и эквивалентно-эффективной температуры до 28—29°; движение воздуха, создаваемое при этом конвекционными токами, — незначительное.

II. Физиологическое действие такого режима выражается в следующем:

1. Легочная вентиляция по мере пребывания в камере резко возрастает, доходя к концу пребывания в камере до 30—35 л (в 4—5 раз выше нормы). Особо крутой подъем легочной вентиляции отмечается после шести часов пребывания в камере при концентрации CO₂ воздуха свыше 3%.

2. Потребление кислорода повышается на 50%, что может быть отнесено за счет увеличенной работы дыхательных мышц вследствие значительного роста легочной вентиляции.

3. Концентрация CO₂ в альвеолярном воздухе возрастает по мере пребывания в камере на 1,0—1,5% (с 5,0—5,5% до 6,5—7,0%). При этом отмечается определенная зависимость повышения концентрации CO₂ альвеолярного воздуха от концентрации CO₂ в воздухе камеры независимо от серии опытов.

4. CO₂ — емкость крови изменяется незначительно, чаще в сторону снижения. Активная реакция крови обнаруживает значительный сдвиг в кислую сторону. Компенсаторные явления со стороны почек по устранению ацидоза выражены слабо.

5. Общий размах колебаний данных исследования сердечно-сосудистой системы невелик. Однако существенны определенная направленность и характер этих изменений, в основном обусловленных прямым действием высоких концентраций CO₂, вызывающих замедление ритма сердечной деятельности и повышение тонуса периферических сосудов. Преобладающее повышение минимального кровяного давления и падение амплитуды при понижении частоты пульса или при недостаточном его учащении, неспособном компенсировать падение амплитуды, ведет к уменьшению эффективности кровоснабжения.

6. В сериях, не осложненных действием высокой температуры воздуха, прямое действие высоких концентраций CO₂ сказывается в преимущественном понижении температуры тела в пределах 0,5° С. В сериях же без охлаждения преобладает повышение температуры тела на 0,5° С. Снижение температуры тела, несмотря на увеличенное потребление кислорода, следует, очевидно, объяснить повышением теплоотдачи благодаря усиленной легочной вентиляции.



Иван Михайлович Сеченов
(1860 г.)

7. Кожная температура в сериях без воздействия на метеорологический фактор дает резкое повышение на 6—7° С. Максимум повышения падает при этом на первые 3 часа прибытия в камере. В дальнейшем же после наступления потоотделения температура кожи незначительно повышается.

8. Данные функциональной пробы говорят о том, что к концу пребывания в камере резко нарушается способность производить физическую работу, так как всякое физическое напряжение чрезмерно усиливает имеющуюся налицо одышку.

9. Данные психотехнических испытаний говорят о незначительном понижении умственной работоспособности к концу пребывания в камере.

III. Режим охлаждения камеры значительно облегчает влияние метеорологического фактора и действует успокаивающим и умеряющим образом на испытуемых, что, естественно, сказывается на уменьшении потребления кислорода и выведения углекислоты. Меньший же темп нарастания CO_2 в воздухе действует умеряющим образом и на вентиляцию легких.

IV. Рециркуляция воздуха значительно улучшает метеорологические условия, снижая ЭТ до 22—26°. Однако, резкий шум вентиляторов вызывал возбуждение испытуемых и вследствие этого повышение темпа нарастания потребления кислорода и выведение CO_2 . Изолированная рециркуляция воздуха без охлаждения дает улучшение самочувствия лишь в пределах до 25°. При более высоких температурах рециркуляция воздуха не достигает своей цели. Комбинированное действие рециркуляции и охлаждения давало значительное улучшение эквивалентно-эффективной температуры и весьма существенное улучшение общего самочувствия.

V. Утяжеленная серия с искусственным введением CO_2 показала, что существенное влияние оказывает темп нарастания CO_2 , определяющийся в основном кубатурой на 1 чел.

Данные этой серии говорят о том, что уменьшать кубатуру на 3 м³ на одного человека не следует.

VI. Изучение динамики нарастания нарушений физиологических функций (легочная вентиляция) и общего самочувствия приводит нас к заключению о том, что первые 4 часа пребывания в камере переносятся испытуемыми легко без особого нарушения работоспособности. При этом воздушный куб на 1 чел/час составлял 0,77 м³, а концентрация углекислоты к концу 4-го часа — 3,0%. Эти нормы следует считать допустимыми.

К 6 часам мы отмечали уже вполне заметные нарушения физиологических функций в виде одышки, ухудшения самочувствия. Достигнутый при этом воздушный куб в 0,514 м³ следует считать минимальным. Концентрация CO_2 при этом была равна 4,25%.

К 8 часам мы отмечали резкие нарушения физиологических функций, затрудняющие дальнейшее пребывание в камере. Достигнутый при этом воздушный куб в 0,386 м³ следует считать предельным. Концентрация CO_2 при этом равна 5,5%.

Охлаждение и рециркуляция приводят к значительному сдвигу во времени отмеченных нами нарушений физиологических функций. Первые заметные изменения появляются лишь к пяти часам. Следовательно допустимой нормой воздушного куба при режиме с охлаждением следует считать 0,617 м³ при концентрации CO в 3,0%, минимальной — 0,386 м³ (при 8-час. пребывании и концентрации CO_2 в 4,30%) и предельной нормой — воздушный куб в 0,308 м³ (при 10-час. пребывании в концентрации CO_2 в 5,30%).

WIRKUNG AUF DEN ORGANISMUS DES MENSCHEN DES DAUERNDEN AUFENTHALTES IN EINEM HERMETISCH VERSCHLOSSENEN RAUM BEI AUSBLEIBENDER VENTILATION, UNTER VERSCHIEDENEN METEOROLOGISCHEN BEDINGUNGEN.

Von A. G. Awerjanow, S. E. Grigoriew, B. D. Krawtschinsky, M. L. Rylowa, P. N. Smuchnin und G. E. Wladimirow

Aus dem Leningrader Institut für Organisation und Schutz der Arbeit

I. Das Verbleiben in einer hermetisch verschlossenen Kammer bei einer Kubatur pro I Menschen von $3,1\ m^3$, im Laufe von 8 Stunden, ohne äussere Einwirkung auf den meteorologischen Faktor, zieht folgende Erscheinungen nach sich:

1. Erhöhung der CO_2 -Konzentration über $5,5\%$ (im Mittel pro 1 Stunde um $0,60-0,65\%$).

2. Herabsetzung der Sauerstoffkonzentration der Luft bis $14,5\%$ (im Mittel um $0,65-0,70\%$ pro 1 Stunde).

3. Erhöhung der Temperatur der Luft von $18-21^\circ C$ bis $29-30^\circ$, der Feuchtigkeit bis $87-93\%$ und der EET bis $28-29^\circ$; die Bewegung der Luft, die dabei durch die Konvektionsströme herbeigeführt wird unbedeutend.

II. Die physiologische Wirkung eines derartigen Regime findet in Folgendem Ausdruck:

1. Die Lungenventilation nimmt beim Verbleiben in der Kammer stark zu und erreicht (zum Ende des Verbleiben in der Kammer) $30-35$ Liter (das $4-5$ fache im Vergleich zur Norm). Ein besonders steiler Anstieg der Lungenventilation wird, nach 6 Stunden langem Vorbleiben in der Kammer bei einer CO_2 -Konzentration der Luft über 3% beobachtet.

2. Der Sauerstoffverbrauch steigt um 50% , was auf Kosten der verstärkten Arbeit der Atmungsmuskeln als Folge der beträchtlichen Lungenventilation gestellt werden muss.

3. Die CO_2 -Konzentration nimmt in der Alveolarluft beim Verbleiben in der Kammer um $1,0$ —bis $1,5\%$ (von $5,0$ bis $5,5\%$) zu. Dabei wird eine bestimmte Abhängigkeit der Erhöhung der CO_2 -Konzentration der Alveolarluft von der CO_2 -Konzentration in der Luft der Kammer unabhängig von der Versuchsserie nachgewiesen.

4. Die CO_2 —Capazität des Blutes verändert sich unbedeutend, häufiger zur Seite der Herabsetzung. Die aktive Reaktion des Blutes weist eine bedeutende Verschiebung zur sauren Seite auf. Die kompensatorischen Erscheinungen von seiten der Nieren nach Beseitigung der Acidose sind schwach ausgesprochen.

5. Die allgemeine Amplitude der Schwankungen der Werte des Untersuchungen des Herz Gefässsystems ist nicht gross. Wesentlich sind aber eine bestimmte Richtung und der Charakter dieser Veränderungen, welcher hauptsächlich durch die direkte Wirkung hoher CO_2 -Konzentrationen bedingt wird, die eine Verlangsamung des Rhythmus der Herztätigkeit und eine Erhöhung des Tonus der peripheren Gefässe hervorrufen. Die vorwiegende Erhöhung des minimalen B. D. und der Sinkung der Amplitude bei Herabsetzung der Pulsfrequenz oder bei ungenügender Beschleunigung des Pulses, die dazu unfähig ist, die Amplitudesinkung zu kompensieren, führt zur Verringerung der Effektivität der Blutversorgung.

6. In den durch die Wirkung hoher Lufttemperatur nicht kompensierten Serien findet die direkte Wirkung hoher CO_2 -Konzentrationen in der

vornehmlichen Herabsetzung der Körpertemperatur in den Schranken von $0,5^{\circ}\text{C}$ Ausdruck. In den Serien ohne Abkühlung herrscht eine Erhöhung der Temperatur um $0,5^{\circ}\text{C}$ vor. Die Herabsetzung der Körpertemperatur muss, trotz dem vermehrten Verbrauch an Sauerstoff, augenscheinlich, durch die Erhöhung der Wärmeabgabe, durch die verstärkte Lungenventilation erklärt werden.

7. Die Hauttemperatur in den Serien ohne Einwirkung auf den meteorologischen Faktor ergibt eine starke Erhöhung um $6-7^{\circ}\text{C}$. Dabei entfällt des Maximum der Erhöhung auf die 3 ersten Stunden des Verbleibens in der Kammer. Im weiteren, nach dem Eintritt der Schweissabsonderung, erhöht sich die Temperatur der Haut unbedeutend.

8. Die Angaben der Funktionsprobe zeugen davon, dass gegen Ende des Verbleibens in der Kammer die Fähigkeit zur Ausführung körperlicher Arbeit stark gestört wird, da jede körperliche Spannung die vorhandene Atemnot allzu sehr verstärkt.

9. Die Angaben der psychotechnischen Prüfungen zeugen von der unbedeutenden Herabsetzung der geistigen Arbeitsfähigkeit gegen Ende des Verbleibens in der Kammer.

III. Das Abkühlungsregime der Kammer verbessert bedeutend den meteorologischen Faktor und wirkt beruhigend und mässigend auf die Versuchspersonen, was, natürlich, auf die Verminderung des Sauerstoffverbrauchs und die CO_2 -Ausleitung einwirkt. Das langsame Tempo der CO_2 -Zunahme in der Luft wirkt mässigend auch auf die Ventilation der Lungen.

IV. Die Rezirkulation der Luft verbessert bedeutend die meteorologische Bedingungen, wobei die EET bis $22-26^{\circ}$ sinkt. Das starke Geräusch der Ventilatoren rief aber eine Erregung der Versuchspersonen und als Folge dessen eine Erhöhung des Anstiegs des Sauerstoffverbrauchs und der CO_2 -Ausleitung hervor. Die isolierte Rezirkulation der Luft ohne Abkühlung ergibt nur in den Grenzen bis 25° eine Verbesserung des Selbstbefindens. Bei höheren Temperaturen erreicht die Rezirkulation des Blutes nicht ihr Ziel. Die kombinierte Wirkung der Rezirkulation und der Abkühlung ergab eine bedeutende Verbesserung der EET und eine sehr wesentliche Verbesserung des Allgemeinbefindens.

V. Die erschwerte Serie mit künstlicher CO_2 -Einführung hat gezeigt, dass das Tempo des CO_2 -Anstiegs, der hauptsächlich durch die Kubatur pro 1 Menschen bedingt wird, von wesentlicher Bedeutung ist. Die Angaben dieser Serie zeugen davon, dass die Kubatur unter 3 m^3 pro 1 Menschen nicht herabgesetzt werden darf.

VI. Die Dynamik des Anstiegs der physiologischen Funktionen (Lungenventilation) und des Allgemeinbefindens, veranlassen uns zur Schlussfolgerung, dass die ersten 4 St. des Aufenthaltes in der Kammer von der Versuchsperson leicht, ohne besondere Störung der Arbeitsfähigkeit, ertragen werden. Die dabei erreichte Luftkubatur pro 1 Menschen (eine Stunde) $= 0,77\text{ m}^3$ und die CO_2 -Konzentration (zur Ende des 4. Stunde) von $3,0\%$ müssen für zulässig erklärt werden.

Nach 6 Stunden beobachten wir schon deutlich merkliche Störungen der physiologischen Funktionen in der Form von Atemnot und Verschlimmerung des Allgemeinbefindens. Die dabei erreichte Luftkubatur von $0,514\text{ m}^3$ muss für minimal gehalten werden. Die CO_2 -Konzentration beträgt dabei $4,25\%$.

Nach 8 Stunden beobachten wir starke Störungen der physiologischen Funktionen, die den weiteren Aufenthalt in der Kammer erschweren. Die dabei erreichte Luftkubatur von $0,386\text{ m}^3$ muss für die höchste gehalten werden, die CO_2 -Konzentration beträgt dabei $5,5\%$.

Die Abkühlung und Rezirkulation führen zu einer bedeutenden Verschiebung in der Zeit der von uns erwähnten Störungen der physiologischen Funktionen. Die ersten merklichen Veränderungen erscheinen erst gegen 5 Stunden. Für die zulässige Norm der Luftkubatur bei einem Regime mit Abkühlung müssen also $0,617 \text{ m}^3$ bei einer CO_2 -Konzentration von $3,0\%$ gehalten werden, die minimale Norm beträgt $0,386 \text{ m}^3$ (bei 8 Stunden langem Verbleiben und bei einer CO_2 -Konzentration von $4,30\%$), die Grenznorm = die Luftkubatur von $0,308 \text{ m}^3$ (bei 10 Stunden langem Verbleiben und einer CO_2 -Konzentration von $5,30\%$).

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ БОЛЬШИХ ПЕРЕЛЕТОВ НА ОРГАНИЗМ ЛЕТЧИКА

(Опыт изучения летного труда в воздухе)

П. И. Егоров

(Ленинград)

Первые опыты по изучению летного труда непосредственно в воздухе были произведены Н. М. Добротворским (1) в 1925 г. В 1926 г. нами эти опыты были повторены (2) в специально организованном для этих целей длительном перелете. Но в виду того, что представленный автором материал нуждался в проверке, решено было работу по изучению энергетики летного труда продолжить, устранив по возможности все методические неточности и поставив во время полета наблюдения не только на врача-наблюдателя, но и на летчика. Для этих целей был предпринят новый перелет, совершенный автором совместно с летчиком Ф. Г. Федоровым. Технические условия перелета приводятся в таблице 1.

Все отдельные этапы общего маршрута пройдены без промежуточных посадок в пути. Следует также отметить, что маршрут Одесса — Ленинград являлся наиболее тяжелым как по длительности непрерывного пребывания в воздухе (9 ч. 35 м.), так и по трудности пилотирования — сильное „рему“, низкая облачность, дождь и т. д.

Кроме того, данный участок перелета пролегал по исключительно неблагоприятной местности (болота, озера, леса), абсолютно не допускающей (в случае необходимости) производства какой-либо нормальной посадки, что, конечно, не могло не отразиться на состоянии нервно-психической сферы экипажа.

Нами изучались:

1. Изменения в газообмене.
2. Изменения со стороны сердечно-сосудистой системы.
3. Изменения со стороны мочи.
4. Изменения со стороны красных и белых кровяных элементов.
5. Изменения температуры и веса тела.
6. Психофизиологические реакции, определявшиеся рядом психотехнических тестов.

Последние наблюдения ничего принципиально нового не дали, а потому в настоящей статье не разбираются.

И. Газообмен

Опыты с газообменом в самом полете были поставлены на обоих участниках перелета — авторе, производившем эксперимент, и летчике, управлявшем самолетом и выполнявшем всю работу, связанную с ориентировкой в полете, так как летчик в данном случае нес обязанности не только пилота, но и летчика-наблюдателя.

Для опытов с газообменом в самом полете мы воспользовались сухими часами Zuntz с забором проб выдыхаемого воздуха в стеклянные сосуды, наполняемые подкисленной водой. Полученные при таких условиях пробы воздуха могли сохраняться очень долгое время, не изменяя своего газового состава. Собираание проб воздуха

ТАБЛИЦА 1
Технические данные перелета в 1930 г.

№ п/п	Маршрут	Расстояние в километр.	Месяц, число	Продолжительность полета	Высота в метрах	Метеорологические условия	Краткое описание местности
1	Москва—Оренбург . . .	1370	5/VIII	7 ч. 30 м.	1000—1500	До Волги условия благоприятные, после Волги "рему" и жара	До Волги лесистая, после Волги степная
2	Оренбург—Борисоглебск.	1080	7/VIII	7 " 22 "	800—1200	Благоприятные	До Волги степная, после Волги равнинная
3	Борисоглебск—Кача . .	1070	9/VIII	5 " 50 "	600—800	"	Равнинная
4	Кача—Одесса	400	11/VIII	2 " 55 "	200—900	Сильная гроза, низкая облачность	Степная, частью над морем
5	Одесса—Ленинград . . .	1600	13/VIII	9 " 35 "	200—2300	Сильное "рему" с момента вылета до самой посадки, в последней половине пути дожди, низкая облачность	До Киева равнинная, от Киева до Витебска над лесисто-болотистым бассейном Днепра, от Витебска до Красногвардейска сплошной лесисто-болотистый озерный район, исключаящий возможность вынужденной посадки
6	Ленинград—Москва . . .				Не выполнено ¹		
	Итого . . .	5520		9 дн. — 33 ч. 12 мин.			

Средняя скорость перелета 166 км в час.

¹ Последний этап маршрута, к сожалению, не был выполнен, так как при вынужденной посадке, из-за остановки мотора в Ленинграде, самолет получил повреждение.

в мешки Douglas или в резиновые мешочки типа Симонсона при невозможности сразу же производить газоанализ, как показал опыт перелета 1929 г., нежелательно, ибо вследствие диффузии газов в последующих определениях возможны значительные неточности.

Газоанализ при помощи аппарата Haldane производился сразу же при спуске на землю. Во время опыта учитывались высота, температура окружающего воздуха и газовых часов, что давало возможность узнавать истинное барометрическое давление.

Это в свою очередь позволяло приводить все результаты к сравнимым величинам — к 0° и 760 мм давления.

У обоих испытуемых перед вылетом несколько раз определялся основной обмен, с соблюдением всех необходимых условий для производства этого опыта.

Эти данные, из которых мы в последующих расчетах будем исходить, приводятся в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

Основной обмен у испытуемых перед полетом

Фамилия	Вес тела	Данные спирографии (в см ³)	Объем легочной вентиляции в 1' в л	Погрeблен. O ₂ в 1' (в см ³)	Выделен. CO ₂ в 1' (в см ³)	Дыхат. коэффициент	Расход калорий		Основной обмен	
							в 1 мин.	в 1 час	фактически найден.	по таблице Benedict — Harris
Е-в	58,5	3700	5,49	223,33	185,29	0,83	1,081	64,86	1556,64	1493
Ф-в	63,8	3650	5,37	222,98	200,47	0,91	1,093	65,59	1574,95	1591

Величина газового обмена во время полета и вычисленные на основании их энергетические затраты приводятся в средних величинах в табл. 3. Кроме средних величин, приводим максимальные и минимальные.

Для иллюстрации состояния газообмена в течение отдельных перелетов даем в табл. 4 и 5 весь ход исследования газообмена во время первого и последнего перелетов.

Представленный в таблицах цифровой материал дает в высшей степени отчетливую и характерную картину газообмена в полетах и изменений его от полета к полету.

Величины показателей газообмена (легочная вентиляция, поглощение O₂, выделение CO₂ и расход энергии), значительные во время первого полета и превосходящие основной обмен в среднем на 100%, в последующих полетах прогрессивно уменьшаются и к концу перелета достигают сравнительно небольших цифр.

Другой характерной чертой является наблюдающееся с каждым новым полетом уменьшение отклонений от средней величины, так что величины, получавшиеся при отдельных изменениях во время последних полетов, отличаются друг от друга в значительно меньшей степени, чем при первом полете.

Эти изменения шли одинаково у обоих исследуемых, только в последнем полете у летчика Ф-ва все показатели газообмена возросли. Это мы должны объяснить увеличенной на этом маршруте нагрузкой на Ф-ва как летчика, которому приходилось управлять самолетом и вести наблюдения в крайне трудных метеорологических условиях. Наблюдавшееся нами закономерное уменьшение величин газообмена свидетельствует о важном значении тренировки в летной работе. Это подтверждается еще и тем, что у летчика Ф-ва, как

ТАБЛИЦА 3

Легочная вентиляция и энергетические затраты на отдельных этапах перелета

Фамилия	Маршрут	Объем легочной вентиляции в л', в литрах		Выделение CO ₂ в 1 мин.		Потребление O ₂ в 1 мин.		Валовой расход калорий в час		Netto калорий в час	
		В среднем	Колебания	В среднем	Колебания	В среднем	Колебания	В среднем	Колебания	В среднем	Колебания
Е-в	Москва — Оренбург ..	10,706	8,13—16,40	368,5	269—534	450,78	332—738	130,16	95,76—208,20	65,30	30,9 — 143,34
Ф-в	" "	10,618	7,88—12,50	337,6	256—412	382,96	312—486,8	111,97	90,30—141,70	46,38	24,71— 76,11
Е-в	Оренбург — Борисогл..	8,618	7,46— 9,64	328,4	253—473	390,04	306,4—471,6	113,48	90,96—141,90	48,62	26,10— 77,04
Ф-в	" "	8,575	7,27—10,18	277,2	268—291	342,112	311,6—374,6	98,764	91,68—105,56	33,174	26,09— 39,97
Е-в	Борисоглебск — Кача..	8,48	7,27—10,63	316,8	263—379	358,24	300,2—426	105,024	88,26—125,58	40,164	23,4 — 60,72
Ф-в	" "	7,74	6,83— 9,07	298,22	270—356	389,14	330—394	104,82	95,10—116,70	41,23	29,51— 51,11
Е-в	Кача — Одесса.....	7,04	5,98— 7,85	264,17	232—290	310	290—340	92,88	85,62— 97,68	28,02	20,76— 32,82
Ф-в	" "	6,45	5,62— 7,28	261,5	236—287	340,95	316—365	97,47	89,94—105	31,88	24,35— 39,41
Е-в	Одесса — Ленинград ..	7,852	7,45— 8,35	291,6	262—312	330,30	292—428	97,64	88,56—124,20	32,76	23,7 — 59,34
Ф-в	" "	8,832	8,35— 9,57	361,6	312—412	421,62	400—441	125,1	114,6 —147,2	59,51	49,01— 81,61

ТАБЛИЦА 4

Газообмен и энергетические затраты на первом этапе перелета (Москва—Оренбург)

Вылет из Москвы 5/VIII в 5 ч. 20 мин.

Фамилия	Через сколько времени полета поставлен опыт	Высота в метрах	Леточная вентиляция в 1 мин. в % (приведен к 0° и 760 мм давл.)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Выделение CO ₂ в 1 мин. (в см ³)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Кол-во поглощ. O ₂ в 1 мин. (в см ³)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Дыхат. коэфф.	Расход калорий		Изменение в проц. по сравнению с нормой
										в 1 мин.	в 1 час	
Е.	Через 22 м.	900	11,54	110	336	82	353	58	0,96	1,76	105,6	64
Ф.	" 47 "	900	7,88	46	256	28	312	40	0,82	1,50	90,3	38
Е.	" 1 ч. 55 м. . . .	950	8,13	48	269	45,4	332,5	48,7	0,80	1,596	95,76	47,6
Ф.	" 2 " 17 " . . .	900	12,50	132	381	60,5	342	53	1,11	1,726	103,6	58
Е.	" 3 " 40 " . . .	1000	16,40	198	535	189	738	230	0,72	3,470	208,2	221
Ф.	" 4 " 01 " . . .	1000	10,17	89	294	47	360	61	0,81	1,733	104	58
Е.	" 4 " 45 " . . .	1200	9,21	67	352	90,2	431	93	0,81	2,074	124,4	91
Ф.	" 5 " 40 " . . .	1100	10,51	95	345	72	414	85	0,83	2,003	120,2	83
Е.	" 6 " 10 " . . .	1100	9,12	66	365	97	398,5	78	0,91	1,967	118	81
Е.	" 6 " 52 " . . .	1000	9,84	79	354	91	451,7	120,2	0,79	2,163	129,8	100
Ф.	" 7 " 2 " . . .	1000	12,02	123	412	106	486,8	118	0,84	2,361	141,7	115

Посадка в Оренбурге в 12 час. 50 мин.

Е.	Через 1 час после посадки	—	7,58	38	226	22	296	32	0,76	1,405	84,3	30
Ф.	Через 2 ч. 30 м. после посадки . . .	—	7,69	43	208	4	233	4,4	0,89	1,145	68,7	4,7
Е.	Через 2 ч. 30 м. после посадки . . .	—	7,53	37	202	9,1	278	24	0,73	1,310	78,6	21

ТАБЛИЦА 5

Газообмен и энергетические затраты на последнем этапе перелета (Одесса—Ленинград)

Вылет из Одессы 13/VIII в 9 ч. 0 мин.

Фамилия	Через сколько времени полета поставлен опыт	Высота в метрах	Леточная вентиляция в 1' в % (приведен к 0° и 760 мм давл.)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Выделение CO ₂ в 1 мин. (в см ³)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Потребление O ₂ в 1 мин. (в см ³)	Изменение в проц. по сравнению с нормой	Дыхат. коэфф.	Расход калорий		Изменение в проц. по сравнению с нормой
										в 1 мин.	в 1 час	
Е.	Через 1 ч. 10 м. . .	1000	8,35	52	302	63	302	35	1,0	1,524	91,44	41
Ф.	" 1 " 20 " . . .	1000	8,50	58	342	71	408	83	0,84	1,981	118,7	80
Е.	" 3 " 12 " . . .	1000	7,67	39	277	50	316,4	41	0,87	1,550	93	43
Ф.	" 3 " 25 " . . .	1100	8,35	55	332	66	432,5	93	0,76	2,055	123,3	87
Е.	" 4 " 20 " . . .	800	7,45	35	262	41	313	40	0,84	1,517	91,02	40
Ф.	" 5 " " . . .	800	8,86	65	320	60	426,6	91	0,76	2,03	121,7	85
Е.	" 8 " 15 " . . .	1200	7,64	39	305	64	428	91	0,71	2,007	124,20	91
Ф.	" 8 " 10 " . . .	1100	8,88	65	312	56	400	79	0,78	1,910	114,6	74
Е.	" 9 " 5 " . . .	1100	8,15	48	312	68	292,5	32	1,06	1,476	88,56	36
Ф.	" 9 " 17 " . . .	1300	9,57	78	402	104	441	97	0,91	2,175	147,2	124

Посадка в Ленинграде в 18 ч. 35 м.

более тренированного к летной службе, наблюдается большее постоянство обмена, чем у испытуемого Е-ва. Существенно также отметить, что в отдельных полетах наиболее значительные изменения газообмена происходят в самом начале его, что безусловно зависит от повышенного нервно-психического состояния организма (опасение за четкость работы мотора и т. д.). В дальнейшем по мере успокоения изменения становятся более закономерными и постоянными.

При более детальном рассмотрении полученных нами величин отдельных показателей газообмена и сравнении этих величин по отдельным этапам исследования отчетливо выступает отсутствие постоянного соответствия между величиной легочной вентиляции, потреблением O_2 и расходом энергии. Так, например, в табл. 4 мы находим, что у испытуемого Е-ва при вентиляции легких в 11,5 л O_2 поглощается 353 см³ и в час расходуется 105,6 кал., при вентиляции же в 9,84 л. O_2 поглощается 451,7 см³ и в 1 час уже расходуется 129,8 кал., т. е., несмотря на уменьшение легочной вентиляции на 1,7 л, кислорода было потреблено на 98,7 см³ больше и соответственно количество калорий увеличилось на 25,2 кал. Это же хорошо видно и из табл. 5, где, например, у испытуемого Е-ва при увеличении легочной вентиляции на 93% количество калорий за 1 час соответственно увеличилось (по сравнению с исходными величинами) на 100,77%, у Ф-ва же при увеличении легочной вентиляции в среднем на 97% количество калорий за 1 час увеличилось только на 70,4%, у него же на маршруте 5 при увеличении легочной вентиляции на 64,2%, количество калорий за 1 час увеличилось на 90%. Все это убеждает в том, что при наших условиях работы нет постоянной закономерности в изменениях вентиляции легких и потреблении O_2 .

Переходя к оценке летного труда с точки зрения энергетических затрат, мы можем, на основании своих данных, считать эти затраты не слишком большими, и самый летный труд можем отнести к разряду средних, так как многие формы труда значительно превосходят его по затрате энергии. Однако, несмотря на сравнительно небольшие затраты энергии, летчик во многих случаях субъективно ощущает крайнее утомление. Следовательно изучение обмена, давая очень точное объективное представление об энергетических затратах организма, не является окончательным критерием тяжести работы летчика, так как помимо физических условий, в летной профессии имеет место в значительной степени нервно-психическое напряжение, газообменом не учитываемое. На основании своего опыта мы можем сказать, что примененная нами методика изучения газообмена оправдывает себя для постановки исследования в полете почти на всех системах самолетов, при выполнении летчиками разнообразных заданий.

Однако для полной характеристики летного труда необходимо ввести еще методы учета нервно-психического напряжения. Аппробированных методов для этой цели к сожалению нет, и одной из основных задач для исследователя летного труда является разработка этой методики, доступной для производства исследований во время полета.

Сравнивая полученные нами результаты с данными прежних работ мы можем отметить, что они вполне совпадают с результатами нашей первой работы и расходятся с результатами Н. М. Доброворского. У него почти при таких же условиях полета, как и наши, и с тем же летчиком, в среднем получился расход энергии за 1 час в 600 кал. „при полете в неблагоприятных условиях“ и около

400 кал. „при нормальных условиях“. По нашим же данным, для летчика в среднем в 1 час при очень трудных условиях полета расход энергии был равным всего 125,10 кал., а при более легких — 97,47 кал.

У нас даже за 9 час. 35 мин. наиболее тяжелого маршрута расход энергии равнялся 927,18 кал., т. е. немногим больше расхода энергии за 1 час по данным Добротворского.

К сожалению, Добротворский в своем труде не описывает точной методики исследования во время полета и не дает других цифровых материалов (количество CO_2 , O_2), а потому нам трудно выяснить причины таких резких расхождений результатов.

II. Вес и температура тела¹

Во время полета у обоих исследуемых было небольшое уменьшение веса, которое можно объяснить потерей воды вследствие потения.

В отношении изменения температуры тела можно отметить небольшое повышение ее у Е-ва на первом перелете до $37,1^\circ$ и на втором — до $37,2^\circ$, и у летчика Ф-ва на последнем до $37,1^\circ$. Эти повышения можно объяснить, с одной стороны, увеличенным обменом и с другой стороны также высокой температурой окружающего воздуха в особенности при спуске, при недостаточной соответствующей для жаркой погоды одежде. Для летчика Ф-ва имело значение влияние аварии, произведшей сильное нервно-психическое воздействие на испытуемого.

III. Система кровообращения

Пульс и кровяное давление у обоих испытуемых после всех перелетов находились в пределах нормальных физиологических колебаний; то же можно сказать и относительно перкуторных и аускультативных данных сердца.

Следовательно, полеты не оказывали значительных воздействий на сердечно-сосудистый аппарат.

IV. Кровь

Изменения количества красных и белых кровяных элементов после перелета были незначительны и непостоянны.

Приходится отметить только в некоторых случаях небольшое увеличение количества гемоглобина и эритроцитов, что, повидимому, объясняется сгущением крови вследствие потери воды потением. Количество лейкоцитов также в некоторых случаях повышалось и в одном случае у Ф-ва это повышение было значительным (с 5867 до 9600).

Остановливаясь на изменениях лейкоцитарной формулы следует отметить, что при некоторых полетах имелось заметное увеличение молодых форм грануляцитов, в некоторых случаях имело место уменьшение процентного содержания эозинофилов. Интересно отметить, что эти изменения падают главным образом на первый маршрут, что лишний раз подчеркивает значение тренировки при полетах (табл. 6).

¹ Вес, температура тела, а также исследование сердечно-сосудистой системы, крови и мочи производились сразу же после посадки и перед каждым новым вылетом.

ТАБЛИЦА 6
Картина состава крови в период перелета

Элементы крови	Перед вылетом 5/VIII	Прилет 5/VIII	Перед вылетом 7/VIII	Прилет 7/VIII	Перед вылетом 9/VIII	Прилет 9/VIII	Перед вылетом 11/VIII	Прилет 13/VIII	Спустя 2 суток отдыха 16/VIII
Испытумый Ф-в									
Гемогл. (в проц.)	85	89	85	108	94	85	82	106	—
Эритроц.	5 570 000	5 000 000	6 240 000	5 050 000	6 640 000	5 760 000	5 230 000	5 260 000	5 200 000
Лейкоцит.	5 867	9 600	6 900	5 000	5 600	7 860	7 200	7 500	8 000
Лейкоцит. формула (в проц.)									
Палочковидные	5,0	5,5	4,0	5,5	5,5	4,5	5,0	8,0	5,5
Юные	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—
Сегмент.	63,0	55,0	64,5	61,5	67,0	56,5	62	70,33	63,5
Лимфоцит.	21,5	32,5	27,5	25,0	25,0	36,0	24	19	23
Эозиноф.	3,0	0,5	—	—	1,5	0,5	2	0,67	0,5
Моноцит.	6,0	6,0	4,5	8,0	1,0	2,5	6,0	2	7
Базофил.	1,5	—	—	—	—	—	1	—	0,5
Испытумый Е-в									
Гемогл. (в проц.)	71	70	83	93	85	70	78	90	—
Эритроц.	4 370 000	4 840 000	4 210 000	5 740 000	5 760 000	4 425 000	4 460 000	4 700 000	5 200 000
Лейкоцит.	10 500	8 300	6 300	5 700	5 750	6 730	6 400	8 500	3 000
Лейкоцит. формула (в проц.)									
Палочковидные	5,5	11	5	7	10	11,5	6	8,5	—
Юные	—	1,5	—	0,5	—	—	—	0,5	—
Сегмент.	61	50	43,5	46,5	45	41,50	64	59,5	—
Лимфоцит.	27	35,5	45	42	45	41,5	26	27,75	—
Эозиноф.	1,5	—	0,5	0,5	2	1,5	1	0,75	—
Моноцит.	1,5	1,5	5,5	3,5	3	4	3	2,5	—
Базофил.	1,5	0,5	0,5	—	—	—	—	0,5	—

V. Моча

Касаясь изменения состава мочи отмечаем, что у испытуемого Е-ва никаких отклонений от нормы обнаружено не было. У летчика Ф-ва до перелета моча также была нормальной. При перелете после каждого полета реакция на сахар была всегда положительной, сахар держался в моче и в дни между полетами, удельный вес мочи колебался в пределах 1018—1033.

После последнего перелета нами было определено и количество сахара в моче, непосредственно после полета оно равнялось 1,2% и спустя 3 дня — 0,3%.

Эту гликозурию, в виду отсутствия исчерпывающих исследований по данному вопросу, можно объяснить эмоциональными факторами, которые у испытуемого Ф-ва как летчика, управлявшего машиной в трудных условиях, имелись в достаточном количестве.

Вопрос о гликозуриях у летчиков является вопросом исключительной важности и нуждается в специальном экспериментальном исследовании.

Заключение

На основании материалов, полученных при данном перелете, можно признать, что непрерывные полеты длительностью до 10 часов не вызывают в организме каких-либо патологических изменений и при достаточной тренированности летчика с точки зрения физиологии и клиники вполне допустимы.

Поступило в редакцию
17 октября 1934 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. М. Добротворский. Летный труд 1930 г. Изд. Акад. возд. фл. Москва. —
2. П. И. Егоров. Гигиена, безопасность и патология труда. № 10, 1930 г.

BEITRÄGE ZUR UNTERSUCHUNG DER WIRKUNG GROSSER FLÜGE AUF DEN ORGANISMUS DES FLIEGERS VERSUCH DER UNTERSUCHUNG DER FLIEGERARBEIT IN DER LUFT

Von P. I. Jegorow

Die vorliegende Arbeit wurde vorgenommen, um die maximal-zulässigen Belastungen des Fliegers zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurden spezielle Flüge angestellt die auf einem Zweisitzer-Flugzeuge ausgeführt wurden. Die Beobachtungen wurden vom Verfasser an sich selber und am Flieger angestellt, wobei der Gaswechsel unmittelbar beim Fluge untersucht wurde; ausserdem wurden vor jedem Ausflug und sofort nach Beendigung des Fluges Harn, Blut, Körpergewicht und Körpertemperatur untersucht, es wurde dabei auch eine eingehende allgemeine ärztliche Untersuchung ausgeführt.

Der ununterbrochene Flug dauerte für die einzelnen Etappen bis zu 9 Stunden 30 Minuten lang.

In bezug auf den Gaswechsel stellte der Verfasser Folgendes fest:

1) die Lungenventilation während der Arbeit des Fliegers schwankte im Mittel zwischen 6 und 8 Litern pro 1'.

2) Die Menge der ausgeatmeten CO_2 nahm im Mittel um 42—99% zu; dementsprechend wird eine grössere O_2 —Menge aufgenommen (im Vergleich zu den Ausgangswerten)—um 42—104%. 3) Der Gesamtverbrauch der Energie schwankte, in Kalorien ausgesprochen, im Mittel, im Laufe einer Stunde des Fluges, in den Grenzen zwischen 92 und 132 Kalorien.

Von seiten des Herz-Gefässsystems wurden unter der Wirkung dauernder Flüge keine merklichen Abweichungen nachgewiesen. Bei der Untersuchung des Blutes wurde zuweilen Leukozytose mit einer Verschiebung nach links beobachtet.

Bei der Untersuchung des Harnes wurde beim Flieger Glykosurie gefunden, wie es scheint, von vorübergehendem Charakter, wobei sie mit nervös-psychischen Faktoren im Zusammenhang stand.

Der Verfasser betont, dass die Veränderungen von seiten sämtlicher von ihm untersuchter Organe während der nachfolgenden Etappen des Fluges weniger scharf ausgesprochen waren, was von der Einübung abhängt.

Die Hauptschlussfolgerung lässt sich darauf zurückführen, dass die Fliegerarbeit in der Luft zuweilen bis zu 10 Stunden täglich ohne Schaden verlängert werden kann.

СОДЕРЖАНИЕ КАЛЬЦИЯ В КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ХРОНИЧЕСКОМ ОТРАВЛЕНИИ ФТОРИСТЫМ НАТРИЕМ

Т. А. Штессель

Из токсикологической лаборатории (зав. — Н. В. Лазарев) Ленинградского института гигиены труда и профессиональных заболеваний

В проблеме токсического действия фтора на организм видное место занимает вопрос о влиянии этого вещества на кальциевый обмен. Патологические изменения в костной системе и в зубах, описанные при хроническом отравлении фтором как у людей (Möller и Gudjonsson), так и у экспериментальных животных (Schulz, Lamb и др.), обычно связываются с образованием нерастворимого фтористого кальция и с отложением его в костях и связках, иначе говоря — с нарушением кальциевого обмена в организме.

Патологические изменения зубов, типичные для хронического действия фтора, описанные американскими авторами под названием „mottled teeth“ (Mc Collum, Smith и др.), были обнаружены этими авторами у населения штата Аризона (США), употреблявшего питьевую воду, содержащую от 2,0 до 7,2 мг фтора на литр; такие же изменения зубов описаны (Mupoz) у группы населения в Аргентине, в окрестностях Буэнос-Айреса, где содержание F в питьевой воде определяется в 2,4—15 мг на литр. Аналогичные изменения зубов были получены в опытах на крысах, получавших пищу с примесью фтористого натрия.

Поскольку все эти изменения костной системы и зубов ставятся в связь с вопросом о состоянии кальциевого обмена при хроническом отравлении фтором, представляется важным выяснить, влияет ли хроническое отравление фторидами на содержание кальция в крови.

Литературные данные, посвященные этому вопросу, основываются главным образом на экспериментах с внутримышечным (Schwyzer), подкожным (Jodlbauer) и внутривенным (Pavlovič и Bogdanović) введением NaF. Результаты этих исследований говорят в одних случаях о некотором повышении содержания кальция в сыворотке крови (Bogdanović), в других — о понижении (Jodlbauer). Что касается отравления животных фторидами *per os*, то в доступной нам литературе мы нашли лишь работу Schulz, который не обнаружил изменения содержания кальция в крови крыс, отравлявшихся NaF. Кроме того, по данным работы Möller и Gudjonsson, исследовавших содержание Ca в крови рабочих, занятых при размоле криолита, даже у лиц, много лет подвергавшихся отравлению фтором, сдвигов в содержании кальция в крови не было найдено.

Как видно из вышеизложенного, вопрос о содержании кальция в крови при хроническом отравлении фтором представляется до сих пор не вполне выясненным; особенно мало исследован уровень кальция в крови при введении фтористого натрия *per os*.

Вот почему предметом данной работы и явилось изучение содержания кальция в крови при введении фтористого натрия с пищей.

Опыты проводились на кроликах самцах, весом около 2 кг (11 опытных и 6 контрольных) и собаках (4 опытных и 1 контрольная). Животные получали ежедневно *per os* фтористый натрий в количестве 0,02 г на кг веса. Кроликам NaF давался в виде пилюль,

собакам в виде порошка, прибавляемого к пище. По длительности отравления животных можно разделить на следующие группы:

- 3 кролика, отравлявшиеся 1 мес.
 7 " " 1—2½ мес.
 1 " " 5 мес.
 6 контрольных кроликов, у которых на протяжении 4 мес. определялось содержание кальция в крови.
 2 собаки, отравлявшиеся 3 мес.
 2 " " 7 мес.
 1 контрольная собака, у которой на протяжении 8½ мес. определялось содержание кальция в крови.

У подопытных кроликов к концу опыта наблюдалась потеря в весе (от 10 до 50% начальной величины). У контрольных кроликов снижения веса не было. У кролика, перенесшего отравление, в течение 5 месяцев наблюдалось удлинение верхних резцов и изменение их формы, подобное описанным в литературе изменениям этих зубов у крыс. У собак уменьшения веса не было отмечено; наоборот, наблюдалось прибавление в весе.

Исследование кальция в сыворотке крови животных производилось по методу de Waard. У каждого опытного животного предварительное исследование производилось 4—5 раз. Таким образом в каче-

ТАБЛ
Содержание кальция в мг % в сыворотке

Животные	15/VIII	5/IX	20/IX	5/X	1/XI	28/XI	11/XII	6/I	25/I	10/II
Опытные										
Крол. № 11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 18	13,0	10,3	9,9	10,3	12,4 ¹	8,6	—	—	—	—
" № 19	13,2	11,4	13,1	13,6	13,2 ¹	12,7	11,7	12,0	12,5	—
" № 20	11,6	11,6	13,6	13,4 ¹	10,8	—	—	—	—	—
" № 21	12,8	12,1	13,2	12,5 ¹	12,0	11,9	12,2	12,5	11,5	13,0
" № 22	12,7	10,1	10,0	13,6 ¹	12,8	—	—	—	—	—
Контрольные										
" № 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" № 23	—	—	—	—	—	—	—	12,7	11,0	13,0
" № 24	—	—	—	—	—	12,5	12,5	11,2	10,7	12,0

¹ Начало отравления.

стве контроля служили не только вовсе не отравлявшиеся животные, но и подопытные животные до начала отравления. Последнее особенно важно в виду возможных индивидуальных колебаний содержания кальция в крови кроликов. После начала отравления определения кальция производились примерно 2 раза в месяц. Результаты исследования приводятся на табл. 1 и 2.

Как видно из таблиц, уровень кальция в сыворотке крови у кроликов и у собак в период отравления не выходит за пределы нормальных колебаний, наблюдаемых у подопытных животных. Различная длительность отравления также не отразилась в наших опытах на содержании кальция в крови.

Кроме таблиц, отражающих индивидуальное содержание Са в крови у наших животных, мы приводим еще следующую таблицу (табл. 3) с результатами, полученными при обработке материала методом вариационной статистики (табл. 3).

Как видно из таблицы, средние величины содержания кальция у контрольных животных и у подопытных примерно совпадают. Точно так же и средние величины содержания кальция у подопытных животных до начала отравления и на протяжении периода отравления почти тождественны. Разность этих средних величин ($M_1 - M_2$) равнялась

ЩА 1

рови кроликов опытных и контрольных

19/II	25/II	13/III	20/III	1/IV	10/IV	18/IV	28/IV	8/V	20/V	28/V
р о л и к и										
—	—	11,0	12,4	11,8 ¹	—	12,4	—	12,2	12,8	—
—	—	14,2	12,7	11,7 ¹	—	14,0	—	14,8	12,2	—
—	—	10,2	10,9	10,0 ¹	—	13,6	—	—	11,6	12,0
—	—	9,0	11,9	11,2 ¹	—	13,8	—	—	9,6	9,8
—	—	11,0	9,0	9,4 ¹	—	9,0	—	—	11,3	10,0
—	9,4	8,9	11,8	9,1 ¹	—	9,3	—	—	11,1	9,2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	12,0	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
р о л и к и										
10,3	—	9,2	—	10,3	—	12,3	—	12,3	9,6	—
10,4	—	11,2	—	11,7	—	10,6	—	14,0	13,2	—
9,0	—	9,4	—	10,2	—	13,0	—	13,2	10,8	—
12,0	—	—	—	11,3	—	12,0	12,6	—	10,4	—
—	11,6	14,0	—	13,2	13,6	—	12,8	—	—	—
—	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Содержание кальция в мг % в сыворотке

Животные	28/VIII	9/IX	21/IX	7/X	4/XI	1/XII
Собака № 1	10,3	9,4	12,5	11,4 ¹	12,6	8,7
„ № 2	10,0	10,3	11,6	10,2 ¹	11,7	9,2
„ № 3	—	—	—	—	—	—
„ № 4	—	—	—	—	—	—
Контрольная собака	10,1	10,3	11,4	10,4	10,2	10,2

ТАБЛИЦА 3

№№ пор.	Животные	Число жи- вотных	Длительн. отравлен.	Средн. со- держ. кальц. в мг % (M)	Число опре- дел. n	σ	m	C%	Разность средн. (M ₁ —M ₂)	Средняя ошибка разности (m _{m1} t m _{m2})
1	Кролики (1—3 мес. до отравления)	11	—	11,4	41	1,47	0,23	12,9	0,1	0,18
2	Те же кролики во время отравл.	11	1—5мес.	11,5	33	1,39	0,24	12,1		
3	Кролики контрольн. (1—4 мес. наблюд.)	6	—	11,67	37	1,34	0,22	11,48	0,11	0,28
4	Собаки (1—2 мес. до отравления)	4	—	10,67	16	0,85	0,21	8,0		
5	Те же собаки во время отравлен.	4	1—7мес.	10,56	26	0,96	0,19	9,1		
	Собаки контр. (8 мес. наблюд.)	1	—	10,2	13	0,64	0,17	6,2	—	—

для кроликов и для собак 0,1 мг% и была меньше вычисленной средней ошибки разности.

Для суждения об отклонениях от средней величины нами приводится также величина σ , выражающая среднее квадратическое отклонение для данного ряда величин и коэффициент вариации С. Величина σ отражает большую или меньшую изменчивость ряда и говорит о том, что из всех цифр примерно $\frac{2}{3}$ дают отклонения от средней величины не больше σ . Коэффициент вариаций (С) представляет собой величину среднего квадратического отклонения, выраженную в процентах. При сравнении этих величин, полученных для каждого ряда между собой, видно, что они весьма мало отличаются одна от другой, следовательно мы имеем здесь дело с почти тождественными вариационными рядами; содержание кальция после отравления действительно остается постоянным.

Здесь необходимо подчеркнуть, насколько важно установить путем длительного исследования размах нормальных индивидуальных колебаний у данного вида экспериментальных животных. Только благодаря тому, что мы имеем длительное исследование нормального содержания кальция у наших животных, мы можем утверждать, что цифры, полученные нами для животных в период отравления, не отличаются от таковых в норме. Полученные нами данные совпадают с результатами работы Bourne и Campbell (1932), показавших возможность нормального колебания содержания Са в крови кроликов от

¹ Начало отравления.

Ча 2

рови собак опытных и контрольной

14/XII	8/I	20/I	1/II	13/II	3/III	23/III	16/IV	30/IV
10,4	10,7	—	9,6	—	9,8	10,0	8,5	10,8
10,2	11,6	—	10,5	—	10,8	10,6	10,9	11,1
—	10,6	10,0	10,2	11,1 ¹	11,6	10,8	11,2	10,2
—	11,1	10,2	11,6	10,6	9,5	9,6	11,5	11,0
10,4	10,9	—	9,4	—	9,0	9,6	9,5 ₁	11,4

12,4 до 18,6 мг%. Кроме того, Нолмquist было показано, что суточное колебание Са у кроликов происходит также в значительных пределах, а именно от 8,0 до 13,1 мг%. Эти данные заставляют особенно критически отнестись к выводам, основанным на единичных исследованиях кальция в крови у экспериментальных животных при отравлении их фтористым натрием (например Bogdanović, Bogdanović и Pavlović), так как такие единичные исследования еще не дают возможности сделать заключение о сдвигах кальция в ту или другую сторону.

Таким образом, на основании 166 определений кальция в крови у 17 кроликов и 5 собак, нам удалось установить, что при ежедневном отравлении животных фтористым натрием per os в дозе 0,02 г на 1 кг веса содержание кальция в сыворотке крови не изменяется.

Тем меньше оснований ожидать сдвига в содержании Са в крови при ежедневном поступлении в организм значительно меньших количеств фторидов. Между тем в производственных условиях следует ожидать попадания в организм несравненно меньших доз в день, нежели в наших опытах. Правда, как всегда, перенос на человека данных, полученных в опытах на животных, требует известной осторожности. Кроме того, в производственных условиях фтористые соединения поступают в организм преимущественно не через желудочно-кишечный тракт, а через дыхательные пути. Тем не менее, содержание Са в жидкой части крови, как известно, является одной из весьма стойких физиологических констант, и сохранение постоянства уровня Са при поступлении в организм небольших доз фторидов не должно быть неожиданным. Этот вывод хорошо согласуется с приводившимися уже выше данными Möller и Gudjonson относящимися непосредственно к людям и притом в условиях, когда в организм поступали очевидно несравнимо большие количества, чем в каких бы то ни было других производствах.

Поступило в редакцию
29 августа 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Bogdanović. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 178, H. I, 1935. — Bourne a. Campbell. The Biochem. Journ. 26, 183, 1932. — Gerschmann. Cmpt. rend. de biol., 104, 411, 930. — Holmquist. — Z. exp. Med. 93, 1934. — Jodlbauer. Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 164, 1932. — Möller u. Gudjonson. Acta Sadiol. XIII, Fasc. 3—4. E73 — 75. — Pavlović et Bogdanović. Cmpt. rend. de biol., 1909, 475, 1932. — Schulz. Jowa Agr. Exp. St. — Ann. Rep. — N 52, 1931.

DER CALCIUMGEHALT DES BLUTES BEI EXPERIMENTELLEN VERGIFTUNGEN MIT NATRIUMFLUORID.

Von *T. A. Stessel*

Aus dem Toxikologischen Laboratorium des Leningrader Instituts für Arbeitshygiene und Berufskrankheiten

Auf Grund der Versuche an 11 Kaninchen und 5 Hunden, die wir chronisch, mit Natriumfluorid, in einer Dosis von 0,02 g. auf 1 kl. täglich vergiftet haben (die Vergiftung dauerte bei den Kaninchen 1—5 Monate, bei den Hunden — 3 — 7 Monate), konnten wir feststellen, dass der Calciumgehalt des Blutserums änderte sich nicht.

РЕЗОРБЦИЯ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ ФТОРА ПРИ
ОТРАВЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ ФТОРИСТЫМ НАТРИЕМ

И. Д. Гадаскина и Т. А. Штессель

Из токсикологической лаборатории (зав. — Н. В. Лазарев) Ленинградского института
гигиены труда и профзаболеваний

Литература, посвященная изучению токсического и физиологического действия фтористых соединений, весьма выросла за последние десятилетия (см. последние обзоры De Eds (12) и Mc Clure (13)). Этот рост объясняется широким распространением фтора в природе и наличием целого ряда разнообразных источников проникновения его в человеческий организм.

Первоначальным источником фтора нужно считать почву. Такие широко распространенные в природе минералы как флуорит, турмалин, криолит, апатит в составе своем имеют фтор, в чрезвычайно разнообразных количествах — от следов до 4%. Содержание фтора в верхних слоях почвы может возрастать при применении фосфатных удобрений, всегда содержащих фтор. Отсюда появление его в проточной и морской воде. Так Carles (1) нашел фтор в 88 из 93 проб минеральной и морской воды. Содержание фтора колебалось от 5—12 мг. на 1 л. Из воды и почвы фтор поступает в растения, а следовательно и в пищу. Gautier и Claussmann (2) нашли фтор во всех анализированных ими растениях; наивысшее содержание фтора найдено в лиственных породах. В виде летучих соединений или пыли фтор может поступать в воздух в целом ряде производств (суперфосфатные, алюминиевые заводы, производство фтористых солей и т. д.) и не только быть причиной отравления рабочих, но и вести к увеличению его содержания в почве, воде и растениях в окрестностях заводов. Christiani и Gautier (3) описывали у скота, поедавшего в окрестностях алюминиевых заводов траву, содержащую много фтора, особое заболевание — „флюороз“, причем особенно резкие изменения наблюдались в костях; в частности — размягчение костей как при остеомалиции. Black и Mc Kay (4) в 1916 г. первые обратили внимание на эндемическое заболевание зубов у детей — так наз. „mottling“ — „крапчатость“ зубов. Работы последних лет выяснили, что заболевание это находится в зависимости от содержания фтора в питьевой воде. Smith (5) и др. авторы обследовали эндемический район штата Арисона и обнаружили крапчатость только тех постоянных зубов, эмаль которых была образована за время пребывания в этой местности. Исследование воды в этом районе показало, что содержание фтора в среднем варьировало от 2 до 7,2 мг/л.

Фтор найден во всякой нормальной животной ткани, причем главным образом он содержится в костях и зубах. Содержание фтора в организме увеличивается с возрастом [Gautier и Claussmann (2)]. Это наблюдение указывает на накопление фтора и на малую скорость его выделения, что имеет значение для понимания хронического отравления. Равным образом Brandl и Tarpeiner (7) изучали обмен фтора, скормив собаке 402,9 г фтористого натрия в течение 21 мес.; из этого количества 330 г было найдено в моче и кале, а остальные 72,6 г — в органах убитого животного [ср. также Sonntag (6)]. Задачей наших исследований являлось дальнейшее изучение процесса задержки фтора в организме с целью выяснения вопроса об условиях и дозах, при которых может происходить хроническое отравление фтором. В настоящей работе этот процесс изучался при даче значительных доз NaF per os. В последующих работах мы имеем в виду перейти к меньшим дозам и к другим способам введения F (вдыхание HF). Отравления NaF производились на 3 собаках и 6 кроликах при ежедневной дозе 20 мг/кг веса. Для определения F в крови, органах и экскретах мы воспользовались методикой Steiger (8) с небольшими изменениями. Методика предложена автором, для чего он сплавлением переводит фтор в растворимые фтористые соли и их уже определяет колориметрически. Принцип колориметрии осно-

ван на известном факте, что присутствие фтора понижает окраску содержащих перекись водорода растворов титана. Определения фтора в крови производились нами следующим образом: 20 см³ цитратной крови вливалось в фарфоровую чашку, добавлялось 50 см³ спирта, и кровь высушивалась на водяной бане, а затем в сушильном шкафу при 110° до получения сухой пленки, пригодной для растирания. Растертая кровь смешивалась для сплавления с 1 г окиси кремния, 2 г углекислого натрия и 2 г углекислого калия (при светло-красном калении) до превращения содержимого тигля в полужидкое состояние, что для крови имеет место часа через 2—2½. Содержимое тигля растворяется примерно в 300—400 см³ горячей воды, добавляется 5 г углекислого аммония (для осаждения окиси кремния), и вся масса в фарфоровой чашке упаривается до малого объема и фильтруется. Фильтрат промывается несколько раз горячей водой и тщательно нейтрализуется серной кислотой сперва по фенолфталеину, а затем по лакмусовой бумажке. Во время нейтрализации нужно избегать сильных встряхиваний, так как есть возможность образования HF и выделения его вместе с CO₂. Объем нейтрального раствора не должен превышать 20 см³. Для колориметрии к этому нейтральному раствору, содержащему растворимые фториды, мы прибавляем 3 см³ 3% перекиси водорода и 2 см³ раствора титана (приготовленного по Mervin (9), причем 1 см³ отвечает 1 мг титанового раствора) и в случае нужды воды, доводя объем до 25 см³.

Стандартом служит раствор титана с перекисью водорода в тех же количествах, доведенный до объема в 25 см³.

В испытуемом растворе, содержащем фтор, происходит некоторое обесцвечивание. Обесцвечивание не прямо-пропорционально содержанию фтора, а поэтому заранее готовится стандартная кривая, и уже по ней определяется количество фтора. Уменьшив объем, в котором производится колориметрия, мы тем самым передвинули чувствительность методики с 0,1 до 0,05 мг фтора.

Определения делались в предварительно точно проградуированном колориметре Dubosque.

Пригодность методики проверялась с кровью, к которой прибавлялись определенные количества фтористого натрия (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Определение F в крови соба-
ки после прибавления
известных количеств NaF

Взято NaF в мг	Найдено NaF в мг
0,50	0,50
0,50	0,48
0,40	0,40
0,30	0,33
0,30	0,30
0,20	0,20
0,20	0,17

Анализы фтора в моче и кале производились таким же образом. В случаях определения фтора в нормальной моче упаривалось для сжигания суточное количество мочи; в тех случаях, когда ожидалось большее содержание фтора, брались 1/2—1/3 суточного количества. Пробы кала брались из 8—9 г общего суточного количества.

Так как отравление наших животных происходило per os, нам прежде всего пришлось остановиться на вопросе о резорбции фтористого натрия из желудочно-кишечного тракта. Для выяснения этого вопроса был поставлен следующий опыт: собака весом 5,2 кг была переведена на постоянную диету (1/2 кг пшенной каши, 1/2 л. молока) и отсажена до отравления в клетку для собирания мочи и кала. Через 5 дней ей был дан с пищей фтористый натрий из расчета 100 мг на 1 кг веса, что составляло 520 мг NaF. Ежедневно в течение 6 дней собиралось суточное количество мочи и кала, и в них определялся фтор. Последние определения были произведены через 2 и через 3 недели после начала отравления (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Выделение фтора собакой № 4 после дачи ей с пищей фтористого натрия из расчета 100 мг/кг веса ежедневно

Выделения	Норма	Норма	1 сутки после отравл.	2 сутки после отравл.	3 сутки после отравл.	5 сутки после отравл.	6 сутки после отравл.	14 суток после отравл.	22 сутки после отравл.
Моча									
Суточн. выделения в см ³	5,80	600	330	580	270	380	470	590	800
F в мг на 100 см ³ мочи	0,03	0,03	4	0,3	0,12	0,08	0,06	0,03	0,04
Суточн. выделение F в мг	0,17	0,16	14	2	0,36	0,30	0,28	0,18	0,38
Кал									
Суточное количество кала в г	33	30	130	50	95	53	75	50	—
F в мг на 100 г кала	2,7	2,9	3,6	2,0	0,95	1,50	1,20	0,6	—
Суточн. выделение F в мг	0,9	0,9	4,7	1,0	0,9	0,8	0,9	0,3	—

Самец, вес 5200 г; получил 520 мг фтористого натрия, эквив. 235 мг фтора.

Из данных этого опыта видно, что в первые дни фтор выделялся через почки и кишечник в количествах, резко увеличенных по сравнению с нормой. Уже на 5-е сутки выделение с калом падает до нормы, тогда как суточное выделение с мочой еще остается слегка повышенным. $\frac{3}{4}$ от всего выделенного количества F было найдено в моче (16 мг), $\frac{1}{4}$ — в кале (4 мг). Большая часть ($\frac{9}{10}$) введенного F была задержана в организме, так как найдено в моче и кале всего 20 мг из 235. При введении яда рет-ос содержание его в кале может объясняться как неполной резорбцией его, так и выделением через кишечник. Чтобы установить, действительно ли кишечник является органом выделения фтора, мы ввели собаке весом 7.950 г в вену раствор фтористого натрия из расчета 50 мг/кг веса, т. е. 400 мг. Опыт был проведен, как и предыдущий, на постоянной диете (350 г ячневой каши и $\frac{1}{2}$ л молока), при которой у собаки предварительно в течение 5 дней до отравления определялся фтор в моче и в кале (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Выделение фтора собакой № 5 после введения ей в вену фтористого натрия из расчета 50 мг/кг веса

Выделения	Норма	Норма	2 сутки после отравл.	3 сутки после отравл.	4 сутки после отравл.	5 сутки после отравл.
Моча						
Суточное выделение в см ³ . . .	760	840	730	370	450	420
F в мг на 100 см ³ мочи	0,05	0,05	3	4	0,2	0,2
Суточное выделение F в мг . . .	0,4	0,4	15	10	2	2
Кал						
Суточное выделение в г	69,4	92,1	140,5	86,3	—	—
F в мг на 100 г кала	2,0	6,5	2,7	1,3	—	—
Суточное выделение в мг	1,0	6,0	4,0	1,0	—	—

Самец. Вес 7,950 г. Введено 400 мг фтор. натрия, эквивалентных 180 мг фтора.

ТАБЛИЦА 4

Содержание фтора в крови у собаки № 6, получившей однократно пер ос фтористый натрий из расчета 150 мг/кг веса

Месяц и число	26/IV-34	26/IV-34	26/IV-34	26/IV-34	26/IV-34	27/IV-34	28/IV-34
Часы после отрав.	Норма	Через 2 часа	Через 4 часа	Через 6 часов	Через 8 часов	Через 24 часа	Через 48 часов
F в мг%.	F нет ¹	0,45	0,67	0,45	1,80	0,45	F нет

Самец. Вес 10 кг. Получил 1,6 г NaF.

ТАБЛИЦА 5

Содержание фтора в крови у собаки № 7, получившей однократно пер ос фтористый натрий из расчета 100 мг/кг веса

Месяц и число	31/V-34	31/V-34	31/V-34	31/V-34	31/V-34	1/VI-34
Часы после отрав.	Норма	Через 1 час	Через 2 часа	Через 5 часов	Через 8 часов	Через 36 часов
F в мг%.	F нет ¹	0,50	0,70	0,23	Следы	F нет

Самец. Вес 8 кг. Получил 0,8 г NaF.

ТАБЛ

Содержание фтора (в мг %) в крови у собаки № 1 при хроническом

№ определения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Месяц и число	1/III-34	20/III	9/IV	16/IV	26/IV	8/V	19/V	10/VI	2/VIII
Средняя величина	Норма		О т р а в л е						
	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет
	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	следы	" "
	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

Начало отравления 22/III-34 г. Отравл. прекращ. 5/I-35 г. Время отравления 9½ мес. Колич.

ТАБЛ

Содержание фтора (в мг) в крови у собаки № 2 при хроническом отрав-

№ Определения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Месяц и число	1/XII-33	10/XII	4/I-34	14/I	29/I	9/II	16/II	16/III	2/IV	9/IV	16/IV
Средняя величина	Норма			О т р а							
	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	F нет	0,36	0,45
	" "	" "	" "	" "	0,18	—	0,18	" "	" "	—	0,31
	" "	" "	" "	" "	F нет	F нет	следы	" "	" "	0,36	0,38

15/XII-34 г. — начало отравления. 31/III-35 г. собака убита. Время отравления: 15½ мес. Колич.

¹ Точнее говоря — содержание его ниже порога чувствительности метода. Это примечание относится и к последующим таблицам.

Опыт с достоверностью доказывает, что выделение фтора через кишечник действительно происходит. Быстрое падение содержания фтора в моче и кале до нормы делается понятным, если мы проследим содержание его в крови в аналогичном опыте (табл. 4 и 5).

Как мы видим, содержание F в крови увеличивается уже через 1 час после введения NaF per os, достигает максимума в первые же несколько часов (2—8) и через 1½—2 суток падает снова ниже порога чувствительности метода. Очевидно, фтор исчезает из крови, как только прекращается его резорбция из кишечника.

Следующая серия опытов на 3-х собаках посвящена изучению содержания фтора в крови при хронических отравлениях (табл. 6, 7 и 8).

После того как у каждой собаки несколько раз в течение 2—4 недель бралась кровь для определения в ней фтора в норме, опытные собаки ежедневно кроме 6 нерабочих дней получали фтористый натрий с пищей из расчета 20 мг/кг веса.

На основании этих трех опытов следует отметить, что, во-первых, в течение первых 4—5 месяцев мы не обнаруживаем нашим методом фтора в крови. Во-вторых, что хотя в последующие месяцы содержание фтора в крови и увеличено, но не имеет тенденции к непрерывному росту.

Объяснением нескорого появления фтора в крови при хронических отравлениях, также как довольно быстрого его исчезания из крови

ИЩА 6

отравлении фтористым натрием per os в колич. 20 мг/кг веса ежедневно

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
27/VIII	16/IX	9/X	5/XI	8/XII	4/I-35	13/I	20/I	26/I	1/II	9/II	4/III
н и е						Отравление прекращено					
следы	0,50	0,50	0,30	0,67	0,45	0,50	0,45	F нет	F нет	F нет	следы
"	0,50	0,50	0,30	0,60	0,45	0,50	0,50	" "	" "	" "	"
"	0,50	0,50	0,30	0,63	0,45	0,50	0,47	" "	" "	" "	"

скормленн. фтористого натрия 68 г. Вес начальный : 16,7 кг. Вес конечный 20 кг.

ИЩА 7

лении фтористым натрием per os в колич. 20 мг/кг веса ежедневно

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
26/IV	8/V	19/V	10/V	2/VIII	27/VIII	16/IX	9/X	5/XI	8/XII	8/I-35	9/II	15/III
в л е н и е												
0,42	0,22	0,31	0,22	—	0,80	0,67	0,36	0,36	0,33	0,18	0,36	0,34
0,22	0,22	0,31	0,22	0,22	0,22	0,67	0,40	—	—	0,30	—	0,30
0,32	0,22	0,31	0,22	0,22	0,51	0,67	0,38	0,36	0,36	0,24	0,36	0,32

полученн. фтористого натрия: 112 г. Вес начальный 14,5 кг. Вес конечный 20 кг

после прекращения длительного отравления (собака № 1), служит, вероятно, то обстоятельство, что фтор не задерживается в крови, а быстро отлагается в тканях. Возникает мысль, что для поднятия уровня фтора в крови нужно предварительное значительное накопление организмом фтора (что имеет у нас место в течение первых 4—5 месяцев отравления). С этой точки зрения для нас понятен тот небольшой материал, который мы имеем по определению фтора в крови у рабочих суперфосфатного цеха, вдыхающих во время работы фтор в небольших количествах в виде HF (таблица 9).

ТАБЛИЦА 8

Содержание фтора (в мг %) в крови у собаки № 3 при хроническом отравлении фтористым натрием рогоз в количестве 20 мг/кг веса ежедневно

№ опред.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
М-ц число	1/III-34	20/III	9/IV	16/IV	26/IV	8/V	19/V	2/VIII	27/VIII	16/IX	9/X	5/XI	8/XII	8/1-35 г.	9/II
Средн. велич.	Норма		О т р а в л е н и е												
	F нет	F нет	F нет	следы	F нет	F нет	F нет	F нет	0,45	0,22	0,67	0,27	0,45	0,36	0,36
	" "	" "	" "	" "	следы	" "	" "	" "	—	0,31	0,55	—	0,36	—	0,31
	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	0,45	0,27	0,61	0,27	0,40	0,36	0,33

22/III-34 г. начало отравления. 10/II-35 г. — собака убита. Время отравления 10½ мес. Количество полученного фтористого натрия: 120 г. Вес начальный — 25 кг. Вес конечный — 18 кг.

ТАБЛИЦА 9

Содержание фтора в крови рабочих-суперфосфатчиков и в контрольной группе

Суперфосфатчики		Контрольная группа F в мг%
Стаж работы в супер-фосфатном цехе	F в мг%	
7 месяцев	0,40	—
2 года	0,27	0,23
2 "	0,22	0,23
6 месяцев	0,20	0,28
1 год	0,23	0,27
3 "	0,28	0,30
2 "	0,27	0,26
В среднем	0,27	0,27

Мы видим, что содержание фтора в крови у данной группы не увеличивается со стажем. Средние для обеих групп совпадают. Можно думать, что при хроническом воздействии малых доз фтора нельзя рассчитывать на определение этого яда в крови, как на метод диагностики хронического отравления. Для изучения отложения и распределения фтора в организме мы определяли его содержание в органах 6 хронически отравлявшихся кроликов и 3-х собак (у которых

производились определения в крови). Доза — 20 мг NaF на кг веса ежедневно per os. Кролики погибали обычно через 3—3½ мес. Методика определения фтора в органах (кроме костей и зубов) была та же, что и для крови. Навеска в 8—9 г любого органа мелко нарезалась, растиралась в ступке и подвергалась описанной выше обработке.

Иначе пришлось поступить при определении фтора в их костях и зубах. Для превращения в порошокобразное состояние мы длительно высушивали их при 130—140°. Такую скорее обожженную, нежели высушенную кость (или зуб) можно легко растолочь в ступке. Для облегчения сжигания кость предварительно экстрагировали эфиром в аппарате Сокслета в течение 6 часов. Сплавление кости мы производили только с углекислой содой, которая бралась из расчета 6 г на 0,2—0,5 г кости или зуба. Сплавление происходило около 3½—4 час. Сплав экстрагировался горячей водой и жидкость фильтровалась, концентрировалась и нейтрализовалась серной кислотой в присутствии фенолфталеина. Добавлялся избыток 40% сернокислого серебра, чтобы удалить фосфаты, осадок фильтровался и промывался. Избыток серебра удалялся добавлением насыщенного раствора хлористого натрия. Раствор опять фильтровался, осадок промывался и фильтрат снова упаривался. Колориметрия велась, как было указано выше. Для нормальной кости бралась навеска в 1, 5 г, в случаях заведомого увеличения фтора в кости, сжигалось 0,2—0,5 г кости.

Для того, чтобы судить о количестве фтора, накопленного в органах в результате отравления, мы определяли фтор в тех же органах контрольных животных (таблицы 10 и 11).

ТАБЛИЦА 10

Содержание фтора (в мг на 100 г свежего органа) в органах контрольных кроликов

	Мозг	Печень	Почка	Мышца	Кость (бедро)
Контр. № 1. Самец. Вес 2 кг					
Средняя	0,5	1,0	0,50	0,50	8,0
	—	0,8	0,80	0,70	—
	0,5	0,9	0,65	0,60	8,0
Контр. № 2. Самец. Вес 1,7 кг					
Средняя	0,45	1,0	0,9	0,65	5,5
	—	0,8	—	0,60	—
	0,45	0,9	0,9	0,62	5,5

ТАБЛИЦА 11

Содержание фтора (в мг на 100 г свежего органа) в органах контрольной собаки

	Печень	Легкое	Почка	Селезенка	Сердце	Мышца	Мозг	Бедр. кость	Ребро	Зубы
Средняя	0,44	0,28	0,50	Следы	0,54	0,30	0,54	11,7	16,6	20,0
	0,40	0,39	0,52	—	0,39	0,16	0,44	—	—	—
	0,42	0,34	0,51	Следы	0,46	0,23	0,49	11,7	16,6	20,0

Самец. Вес 7 кг

Таблица 12 дает возможность сопоставить наши данные для крови и органов нормальных животных (и крови человека) с соответствующими данными других авторов.

ТАБЛИЦА 12

Содержание фтора в нормальных человеческих и животных тканях по разным авторам

А в т о р	Человек, животное	Орган	100 г свежего органа
Zdarek ¹⁰	Человек	Сердце	0,16
"	"	Почки	0,51—0,45
"	"	Мозг	0,06
"	"	Легкое	0,09—0,17
"	"	Селезенка	0,27—0,62
"	"	Бол. берц. кость	0,35
"	"	Кровь	0,35—0,20
"	"	Печень	0,45
Gautier, Clausmann ² ..	"	Мозг	0,71
" " ..	Ребенок	"	0,18
" " ..	Бык	"	0,64
" " ..	Человек	Печень	0,64
" " ..	Свинья	"	0,38
" " ..	Баран	"	0,47
" " ..	Человек	Мышца	0,16
" " ..	Свинья	"	0,12
" " ..	Человек	Кровь	0,46
" " ..	"	Кость диафиз.	49,5
" " ..	"	" эпифиз.	11,87
" " ..	"	" трубч.	14,9
" " ..	"	" плоская	17,0
" " ..	"	" лобная	4,5
Bowes, Murray ¹¹	Собака	"	20,0
" "	Человек	Зубы	30,0
" "	Крыса	"	

Полного совпадения данных разных авторов нет (его и нельзя ожидать). Порядок величин в общем один и тот же.

В таблице 13 приведен наш опытный материал о содержании F в органах отравлявшихся кроликов, в таблице 14 даны средние величины из 6 опытов.

Во всех изученных нами органах мы имеем довольно равномерное увеличение фтора примерно 2 раза против нормы; в мозгу имеет место увеличение в 3 раза. В костях же содержание F достигло 34 мг% и превысило норму почти в 5 раз.

Перейдем к данным о содержании фтора в органах хронически отравленных собак (таблица 15). Как и в опытах на кроликах, мы находим здесь заметное и довольно равномерное увеличение содержания F во всех исследованных органах — примерно раза в 3 по сравнению с нормой. Особое место здесь занимают кости и зубы, в которых содержание F возросло значительно больше.

Примерно 96% найденного в организме отравленных собак фтора оказалось в костях и зубах, 4% падают на долю прочих органов (таблица дает, разумеется, лишь приближенные величины, так как F определяется не во всех органах, а содержание его в костях вычислено из средних величин для бедра и ребра).

Соотношение между количеством фтора, поступившего в организм собаки во время хронического отравления, и общим количеством

ТАБЛИЦА 13

Содержание фтора (в мг на 100 г свежего органа) в органах кроликов, получавших фтористый натрий per os из расчета 20 мг/кг веса ежедневно

	Мозг	Печень	Почка	Мышца	Кость (бедро)	Примечания
Кролик № 12						
	2,3	2,1	1,1	1,5	41,9	Самец. Вес 1980 г. Начало отравл. I/IV — 34 г.
	—	1,8	—	1,0	—	Смерть 14/VII — 34 г. Срок отравл. $3\frac{1}{2}$ мес.
Средн.	2,3	2,0	1,1	1,3	41,9	Колич. получ. фтористого натрия — 3,4 г, эквив. 1,53 г. F.
Кролик № 13						
	1,0	1,0	—	1,8	30,0	Самец. Вес 2200 г. Нач. отравл. I/IV — 34 г.
	—	1,5	—	1,0	—	Смерть 21/VII — 34 г. Срок отравл. 3 мес.
	1,0	1,30	—	1,4	30,0	3 нед. Колич. получ. NaF: 3,6 г; эквивал. 1,62 г F.
Кролик № 14						
	1,4	2,5	1,0	1,8	33,8	Самец. Вес 2,070 г. Нач. отравл. I/IV — 34 г.
	—	—	—	—	—	Смерть 14/IV — 34. Отравлялся $3\frac{1}{2}$ мес. Колич. получ. NaF: 3,4 г, эквив. 1,53 г F.
	1,4	2,5	1,0	1,8	33,8	
Кролик № 15						
	1,0	1,0	2,4	0,5	27,2	Самец. Вес 1,800 г. Нач. отравл. I/IV — 34 г.
	1,2	1,0	—	0,75	—	Кон. отравл. 10/VII — 34 г. Отравл. 3 мес. 10 дней.
	1,1	1,0	2,4	0,6	27,2	Колич. получ. NaF: 3,28 г, эквив. 1,48 г F.
Кролик № 16						
	1,5	1,8	2,5	1,0	40,0	Самец. Вес 1,600 г. Нач. отравл. I/IV — 34 г.
	1,45	1,5	—	1,3	—	Смерть 16/IV — 34. Отравлялся $3\frac{1}{2}$ мес. Колич. получ. NaF: 3,48 г, эквив. 1,57 г F.
	1,5	1,6	2,5	1,1	40,0	
Кролик № 17						
	1,5	2,0	1,0	1,0	28,7	Самец. Вес 2350 г. Нач. отравл. I/IV — 34 г.
	—	1,5	—	1,0	—	Смерть 14/VII — 34. Отравлялся $3\frac{1}{2}$ мес. Колич. получ. NaF: 3,6 г, эквив. 1,62 г F.
	1,5	1,8	1,0	1,0	28,7	

ТАБЛИЦА 14

Содержание фтора (мг%) в органах кроликов, получивших 1,48 — 1,62 г фтора (среднее из 6 хронических опытов) и в органах контрольных кроликов (среднее из определений на 2-х животных)

К р о л и к и	Мозг	Печень	Почка	Мышца	Кость (бедро)
Контрольные	0,5	0,9	0,8	0,6	7,0
Отравленные	1,4	1,7	1,6	1,2	34,0

его, обнаруженным нами в теле, выражается следующими цифрами: Собака № 1 получила 32 г фтора, всего найдено 5,5 г, т. е. $\frac{1}{6}$ от скормленного количества фтора. Собака № 2 получила 50 г фтора, всего нами обнаружено 5,4 г, т. е. 1,9 от этого количества. Собака № 3 получила 54 г фтора, найдено 4,8 г, что составляет $\frac{1}{11}$ от скормленного количества фтора.

ТАБЛИЦА 15

Содержание фтора (в мг на 100 г свежего органа) в органах собак, получавших фтористый натрий *per os* из расчета 20 мг/кг веса ежедневно

	Печень	Легкое	Почка	Селезенка	Сердце	Мышца	Мозг	Бедр. кость	Ребро	Зубы
Собака № 1										
Средняя	1,6	1,8	1,4	1,2	1,9	1,5	2,5	148,0	180,0	84,0
	1,6	1,6	1,2	1,2	1,3	1,1	1,5	—	—	—
	1,6	1,7	1,3	1,2	1,6	1,3	2,0	148,0	180,0	84,0

Самка. Вес 16,7 кг — 20 кг. Начало отравления 22/III — 34 г. Собака убита 5/1 — 35 г. Время отравления 9½ мес. Колич. получ. NaF: 68 г, эквив. 32 г F.

Собака № 2										
Средняя	1,7	1,5	1,7	1	1,8	1,1	1,8	200	129,0	72,0
	1,5	1,7	0,9	—	1,6	1,5	—	—	—	—
	1,6	1,6	1,3	1,0	1,7	1,3	1,8	200	129,0	72,0

Самец. Вес 14,5 кг — 20 кг. Начало отравления 15/XII — 33. Собака убита 31/III — 35. Время отравления 15½ мес. Колич. полученн. NaF: 112 г, эквивал. 50 г F.

Собака № 3										
Средняя	1,7	1,9	0,9	0,9	1,9	1,5	2,2	135,0	172,0	92,0
	1,7	1,7	1,0	—	1,1	1,1	—	—	—	—
	1,7	1,8	0,95	0,9	1,5	1,3	2,2	135	172,0	92,0

Самец. Вес 25 кг — 18 кг. Начало отравления 22/III — 34. Собака убита 10/II — 35 г. Время отравления 10½ мес. Количество полученного NaF — 120 г, эквив. 54 г F.

В эти расчеты не внесена поправка на фтор, нормально находящийся в органах. Сделано это для сравнения с данными, полученными Brandle и Tarreiner⁷⁾, не имевших материалов о содержании фтора в норме. В работе у этих авторов из 402,9 г введенного фтористого натрия, найдено отложенными в организме 72,6 г фтора, т. е. примерно $\frac{1}{6}$ от общего количества. В опыте с собакой № 1 мы имеем то же соотношение, в опытах с собаками 2 и 3 оно ниже.

Вспомним, что при остром отравлении собаки *per os* наблюдалось как раз обратное отношение: в организме задерживалось $\frac{9}{10}$ введенного фтора. В опытах Brandle и Tarreiner⁷⁾ при хроническом отравлении в течение первых 3 недель в моче и кале не наблюдалось выделения фтора, тогда как в последующее время бывали периоды, когда количество выделенного фтора даже превышало количество введенного за тот же период. Все эти факты могут быть согласованы предположением, что первоначально фтор почти целиком задержи-

ТАБЛИЦА 16

Проценты фтора, найденного в костях и прочих органах хронически отравленных собак

О р г а н ы	Собака № 1 (получила 32 з F)						Собака № 2 (получила 50 з F)						Собака № 3 (получила 54 з F)					
	F в мг на 100 з	Вес органа	Пересчит. F в з на кажд. орган	Всего F в з в организме	Процент от общ. содержания F в организме		F в мг на 100 з	Вес органа	Пересчит. F в з на кажд. орган	Всего F в з в организме	Процент от общ. содержания F в организме		F в мг на 100 з	Вес органа	Пересчит. F в з на кажд. орган	Всего F в з в организме	Процент от общ. содержания F в организме	
Печень	1,6	555	0,009	0,185	4		1,6	507	0,008	0,166	4		1,7	520	0,009	0,169	4	
Легкое	1,7	220	0,004				1,6	145	0,002				1,8	200	0,004			
Почка	1,3	116	0,001				1,3	76	0,001				0,95	80	0,0008			
Селезенка	1,2	42	0,006				1,0	28	0,0002				0,9	35	0,0003			
Сердце	1,6	53	0,008				1,7	144	0,002				1,5	100	0,002			
Мышца	1,3	9300 *	0,121	0,117			1,3	9300 *	0,121	0,117			1,3	9000 *	0,117			
Мозг	2,0	82	0,002				1,8	85	0,002				2,2	80	0,002			
Зубы	84,0	41 *	0,034				72,0	41 *	0,030				92,0	38 *	0,035			
Ребро	180,0	3200 *	5,3	5,3	96		129,0	3200 *	5,23	5,23	96		172,0	3000 *	4,62	4,62	96	
	Бедро	148,0	3200 *			5,3		200,0	3200 *			5,23		135,0	3000 *			4,62

Примечание. Вес органов, обозначенных *, взят из литературы (соотношение веса органов и тела), а не определен непосредственно взвешиванием.

вается в организме и что затем задержка фтора в органах уменьшается, а выделение растет. Возможно, что при длительных отравлениях может устанавливаться даже равновесие между поступлением и выделением яда, могущее вероятно смещаться в обе стороны в зависимости от различных условий.

Выводы.

1. При отравлении собаки фтористым натрием *per os* наблюдалось увеличение содержания фтора в моче и кале. В кале была обнаружена $\frac{1}{4}$ от общего выделенного количества, в моче $\frac{3}{4}$. Через несколько дней содержание F в кале и моче приближается к норме. $\frac{9}{10}$ введенного фтора было задержано в организме.

2. При введении фтористого натрия в кровь фтор выделяется не только через почки, но и через кишечник.

3. При однократном остром отравлении собак *per os* содержание фтора в крови растет в первые же часы после отравления, достигает максимума через 2—8 часов и через 36—48 часов падает до нормы.

4. При хроническом отравлении фтористым натрием *per os* из расчета 20 мг/кг веса в течение первых 4—5 месяцев содержание фтора в крови заметно не возрастает, затем подымается до некоторого, довольно постоянного уровня, на котором и держится до конца опыта (до 15½ мес.). При прекращении кормления фтористым натрием, содержание фтора в крови в течении 3-х недель падает до нормы.

5. При отравлении кроликов фтористым натрием в течение 3½ месяцев содержание фтора во всех исследованных органах возрастает довольно равномерно до уровня, примерно вдвое превышающего норму. Исключением являются кости, в которых содержание фтора почти в 5 раз превышало норму.

6. При хроническом отравлении фтористым натрием собак в течение 9½—15½ месяц. ежедневно из расчета 20 мг/кг веса в организме было найдено от $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{11}$ от общего полученного собакой количества фтора, 96% всего фтора найдено в костях.

Поступило в редакцию
29 августа 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Carles. — Journ de Pharmacie et de chim., 25, 228, (1907).
2. Gautier et Clausmann — Cmpt. rend. de l'Acad. d. Sc. 156, Nl. 1425 u. 1347 (1913); 158, 1631 (1914); 162, 105 (1915).
3. Christiani et Gautier. — Cmpt. rend. de Soc. de Biol. 92, 139, 911, 912, 946, 1927 (1925).
4. Black and Mc Kay. — Dental Cosmos, 58, 132 (1916).
5. Smith, Lanz and Smith. — Univ. of Arizona Coll. Agr. Techn. Bull. № 132 (1931), цитир. по De Eds (12).
6. Sonntag. — Chemisches Zentralblatt, № 23, 1095 (1916).
7. Brandle und Tappeiner. — Ztschr. f. Biol. 28, 518 (1891).
8. Steiger. — Journ. Am. Chem. Soc. 30, 210, (1908).
9. Mervin. — Am. Journ. Sci. 28, 119 (1909).
10. Zdark. — H. — Seyl. — Ztschr. f. phys. Chem., 69, 127, (1910).
11. Bowes and Murray. — Biochem. Journ. 29, № 102, (1935).
12. De Eds. — Medicine, № 1, (1933).
13. McClure. — Physiolog. reviews, 13, (1933).

LA RESORPTION, DISTRIBUTION ET ÉLIMINATION DU FLUOR CHEZ LES ANIMAUX LABORATOIRES.

I. D. Gadaskina et T. A. Stessel

Laboratoire toxicologique de l'Institut d'Hygiène de travail et des maladies professionnelles, Leningrad

1. En étudiant l'intoxication par voie orale les auteurs ont trouvé chez les chiens une augmentation de la quantité du fluor dans les urines ($\frac{3}{4}$ de la quantité éliminée) et les fèces ($\frac{1}{4}$). Dans quelques jours la teneur en fluor de l'urine et des fèces s'abaisse jusqu'à l'état normal. 9/10 de la quantité totale du fluor administré à l'animal est retenue dans l'organisme.

2. L'administration du NaF par voie sanguine est suivie par l'élimination du poison non seulement par les reins, mais aussi par l'intestin.

3. La teneur en fluor du sang s'élève pendant quelques heures après l'introduction du poison par voie orale, atteint son maximum dans 2—8 heures et revient à l'état normal dans 36—48 heures.

4. L'intoxication chronique par voie orale (20 mg/kg) pendant 4—5 mois n'est pas suivie d'une augmentation du fluor dans le sang, tandis qu'après 5—6 mois la quantité du fluor sanguin monte jusqu'à un niveau stable, qui se maintient jusqu'à la fin de l'expérimentation ($15\frac{1}{2}$ mois). Quand l'intoxication fut interrompue, le niveau du fluor sanguin s'abaisse jusqu'à l'état normal pendant trois semaines.

5. L'administration de NaF à des lapins pendant $3\frac{1}{2}$ mois est suivie d'une augmentation de la quantité du fluor dans tous les organes, qui devient deux fois plus grande qu'à l'état normal, tandis que dans les os la quantité du fluor est 5 fois plus grande qu'à l'état normal.

6. Dans l'intoxication chronique par le NaF pendant $9\frac{1}{2}$ — $15\frac{1}{2}$ mois (20 mg/kg pro die) on a trouvé dans l'organisme des chiens $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{11}$ de la quantité totale du fluor administré. 96% de cette quantité se trouvaient dans les os.

ГАЗЫ КРОВИ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

Сообщение 1

Н. Н. Блохин

Из лаборатории обмена веществ научн.-иссл. физиологич. ин-та и кафедры биохимии ЛГУ (зав. — проф. Е. С. Лондон)

Вопросы химической динамики мышечного сокращения, окислительно-восстановительных процессов в мышце под влиянием работы — вопросы не новые и за последние 20—25 лет достаточно освещены в работах как русских, так и иностранных авторов.

Достаточно указать на классические работы Hill, Meyerhof, Embden, а также исследования из лаборатории акад. Орбели, Лондона, Харита, Палладина у нас в Союзе.

Противоречивость результатов, получаемых рядом авторов, как по вопросу о газах крови, так и относительно снабжения кровью работающего участка организма — заставляет предпринимать все новые и новые исследования в этой области.

Увеличение скорости тока крови при мышечной деятельности уже давно было доказано опытами Hill. Прямыми наблюдениями Krogh было установлено, что васкуляризация работающей мышцы возрастает до 100 раз; следовательно и снабжение кровью работающего участка увеличивается во много раз. Последнее мнение разделяется, однако, не всеми авторами. Некоторые доказывают обратное, т. е. уменьшение кровотока во время работы мышцы и увеличение лишь по окончании ее (Догель, Чувевский, Verzar).

Нет также полного единства взглядов на вопросы поглощения кислорода работающей мышцей.

Если опытами Barcroft и Kato было установлено увеличение как кровоснабжения, так и газообмена во время работы мышцы, то Verzar наоборот наблюдал уменьшение кровоснабжения и уменьшение газообмена во время работы мышцы. По окончании же работы мышцы автор наблюдал увеличение как кровоснабжения, так и газообмена.

Опытами Гинецинского, Лейбсона и Гальперина на изолированных *in situ* мышцах кошек и собак было установлено, что как кровоснабжение, так и поглощение кислорода мышцей во время работы ее — во много раз превосходит соответствующие величины в покое мышцы. Уменьшение обеих величин наблюдалось тотчас по окончании работы мышц. Недавняя работа Дубинского не дает ясного ответа на вопрос об изменении газов крови при работе целого организма. Автор получал и уменьшение и увеличение поглощения кислорода и отдачи углекислоты.

Такая пестрота данных, полученных различными авторами, объясняется, конечно, как самой постановкой опыта („работа животного“), так и целым рядом других чисто методических моментов (время взятия крови, одновременность взятия крови, состояние животного и пр.). В опытах Verzar, например, допускалась сократительная работа мышц, искусственно вызываемая электрическим раздражением вплоть до получения тетануса мышцы. Получался как бы периодический стаз, в силу чего кровоснабжение и обмен газов в мышце мог быть нарушен. По наблюдениям Lindhardt, при гимнастических упражнениях поддержания тела на согнутых руках (работа на кольцах) — кровоснабжение мышц верхних конечностей почти отсутствует. Указанное явление возможно было и в опытах Verzar. В опытах Kato и Barcroft, равно как и в опытах Гинецинского, Гальперина и Лейбсона допускалась исключительно искусственная сократительная работа мышц с различным ритмом раздражения ее. Работающая мышца ритмично сокращалась и расслаблялась. В опытах Дубинского собаки производили уже не искусственно сократительную работу мышц, но возили в запряжке в течение 40 мин. тележку, груженую кирпичом и т. д.

Для выяснения зависимости газового обмена в мышце от характера производимой ею работы — мы провели наблюдения над тремя различными видами животного:

1. Ритмической сократительной работой изолированной (по методу Verzar) мышцы собаки.
2. Ритмической сократительной работой одной из неизолированных мышц в целой конечности собаки.
3. Работой целого организма собаки, в виде бега ее в третбане.

Методика

Исследования газов, т. е. CO_2 и O_2 в притекающей к мышце и оттекающей от нее крови производились на приборе Van Slyke — его последней модели 1927 г.

Первая серия опытов была произведена с определением CO_2 и O_2 при сократительной работе изолированной *in situ* по методу Verzar мышцы собаки.

Без всякого наркоза (дабы не примешивать новый фактор, могущий изменить газы крови) острым скальпелем быстро делался разрез кожи в области задней части голени собаки, перевязывались *v. saphena magna et parva*, обнажался *m. triceps surae*, перерезалось ахиллово сухожилие, отсепаровывались от прилежащих тканей два брюшка *m. gastrocnemius*, и в дальнейшем перевязывались и пересекались все вены, впадающие в *v. femoralis* до места впадения в нее *v. saphena magna*, перевязывались и пересекались также все коллатерали, идущие от *art. femoralis*. Нервная связь оставалась нетронутой.

Таким образом, мы имели *art. u. ven. femoralis*, питающие и отводящие кровь лишь от одной мышцы *m. gastrocnemius*, находящейся в полной нервной связи и прикрепленной к своему сухожилию и кости.

Кровь бралась одновременно под парафин из *art.* и *ven. femor.* до места впадения в последнюю *v. saphena magna*. Раздражение самого мускула производилось от индукционной катушки при расст. кат. от 10 до 5 см и продолжительностью от 10 до 40 мин. Мышца доводилась по большей части до полного утомления и истощения. В конце опыта в момент самого раздражения вновь бралась кровь из тех же сосудов, для определения CO_2 и O_2 . В некоторых случаях бралась кровь спустя 6—7 мин. после конца раздражения.

Результаты

В этой серии произведено было примерно 22 определения.

Характерные результаты этой части опытов представлены на табл. 1

Рассматривая представляемую таблицу отдельно для артериальной крови и отдельно для венозной крови, мы должны заметить, что абсолютные количества кислорода в артериальной крови после сократительной работы мышцы, иногда повышались, абсолютные же количества кислорода в вене, как правило, почти всегда понижались, иногда даже вдвое. Абсолютные количества углекислоты в артериальной крови после сократительной работы повышались лишь в большинстве случаев, абсолютные же количества углекислоты в венозной крови почти всегда повышались. В результате после местной работы, кислород — как правило, задерживался мышцей, изолированной *in situ* в среднем на 15% больше, чем в покаяющейся мышце; углекислота же отдавалась мышцей в кровь в среднем на 20% больше, чем в покаяющейся мышце. Дыхательный коэффициент мышцы, равный в среднем единице, не изменялся.

Эти наши данные согласуются с наблюдениями Spessk и Loewi, показавшими, что умеренная мышечная работа, хотя и ведущая к значительному потреблению O_2 и отдаче CO_2 — не изменяет дыхательного коэффициента.

Для испытания влияния самой операции на газы крови собаки следовательно, как контроль этой части опыта, было сделано определение газа в крови до операции и после операции без всякого постоперационного еще раздражения мышцы. Результаты этого рода определений,

не только не дали нам увеличения задержки O_2 и CO_2 , но, наоборот, обнаружили уменьшение задержки O_2 и отдачи CO_2 . Уменьшение это, надо полагать, произошло за счет уменьшения общей поверхности мышц с омывающей кровью, так как до операции кровь бралась из всей конечности, после же операции естественно лишь из одной мышцы (табл. 2 опыт № 32).

ТАБЛИЦА 1

№№	O ₂ в объемн. %		CO ₂ в объемн. %		Задержка мышцей O ₂	Отдача мышцей CO ₂	Раздражение	
	art. f.	v. fem.	art. f.	v. fem.			Р. к. в см	Время в мин.
1	19,4	13,9	25,0	31,3	5,5	6,3	8	15
	14,7	6,0	25,5	33,5	8,7	8,1		
2	13,9	11,9	26,9	30,7	2,0	3,8	8	30
	14,9	8,0	29,9	34,0	6,9	4,1		
4	14,8	10,8	36,4	40,7	4,0	4,3	10	30
	13,3	5,0	38,0	45,7	8,3	7,7		
5	11,3	3,8	36,4	44,3	7,5	8,5	10	40
	15,9	9,8	30,0	36,9	6,1	6,1		
6	17,7	5,0	20,8	29,8	12,2	9,0	11	30
	14,7	2,8	26,3	35,3	11,9	9,0		
8	17,1	7,7	38,7	42,7	9,4	4,0	5	10
	14,9	5,0	34,6	46,8	9,9	12,2		
9	11,9	6,9	32,3	36,7	5,0	4,4	10	20
	9,7	7,2	34,7	40,9	2,5	6,2		
	13,4	5,5	32,0	39,0	7,9	7,0		
10	16,3	3,2	16,4	34,4	13,1	18,0	10	20
	8,9	2,0	24,4	35,8	6,9	9,4		
	17,1	1,5	17,5	35,2	15,6	17,7		
Среднее					7,3	7,3		
					8,4	8,7		
Среднее в проц. по отношению к норме					15%	20%		

ТАБЛИЦА 2

Время	O ₂ в объемн. %		CO ₂ в объемн. %		Задержка мышцей O ₂	Отдача мышцей CO ₂
	art. fem.	v. fem.	art. fem.	v. fem.		
Опыт № 32						
До операции	10,9	6,7	34,7	42,7	4,2	8,0
После операции	9,4	8,9	34,4	38,2	2,5	3,8
Опыт № 23						
До работы	12,1	9,7	38,7	42,7	2,4	4,0
После работы другой лапы	12,7	9,6	38,4	41,7	3,1	3,3

Было проверено также рефлекторное отдаленное действие раздражения на другую изолированную лапу собаки, что одновременно служило контролем влияния простого лежания на станке в продолжение определенного отрезка времени. Здесь также не удалось отметить особых отклонений, могущих говорить о добавочном действии (табл. 2, опыт № 23).

Вторая серия опытов была проведена с определением O_2 и CO_2 в крови целой конечности собаки, при раздражении одной или группы мышц конечности собаки, без изоляции их.

Раздражение велось так же, как и в первой серии опытов, при чем требуемая мышца вскрывалась путем разреза кожи и фасции площадью 1 см^2 .

Кровь бралась через кожу из art. и ven. femoralis как до, так и после опыта. Данные части опытов представлены на табл. 3. Они мало отличаются от цифр первой серии и являются еще менее резкими.

ТАБЛИЦА 3

№№	O ₂ в объемн. %		CO ₂ в объемн. %		Задержка мышцей O ₂	Отдача мыш- цей CO ₂	Раздражение
	art. fem.	v. fem.	art. fem.	v. fem.			
17	14,8	14,8	34,5	36,5	3,9	2,0	P. K. = <i>см</i> — 40'
	15,3	9,5	33,6	38,8	5,8	5,2	Раздр. m. tib. anter.
	16,0	10,3	34,5	36,4	5,7	1,9	Через 20 мин. после конца раздрж.
18	14,0	6,3	34,5	39,7	7,7	5,2	P. K. = 7 <i>см</i> — 30'
	14,5	7,6	34,5	39,9	7,0	5,4	Раздр. m. tib. anter.
	14,8	5,5	34,5	40,2	9,3	5,7	Через 5 мин. после конца раздрж.
21	17,4	4,3	26,2	38,7	13,1	12,5	P. K. = 10 <i>см</i> — 40 мин.
	16,9	2,5	29,0	39,8	14,4	16,8	
	Среднее				7,9	6,6	
Средн. в проц. по отнош. к норме					8,4	7,0	
					6%	6%	
					Дых. коэф.		—
						0,83	

Средний процент задержки O_2 мышцами после сократительной работы достигает лишь 6%, а процент отдачи CO_2 в кровь равен также 6. Таким образом тяжелая работа одной мышцы мало отразилась на газах крови, взятой из целой конечности. Кровь работающей мышцы разбавлялась кровью всей конечности. Дыхательный коэффициент мышцы в данной серии опытов несколько меньше, в среднем он был = 0,83 и не изменялся после работы.

Наконец для заключения о зависимости газового обмена мышечной работы всего организма была поставлена третья серия опытов.

Собаку ставили в станок третбана и заставляли проделывать определенную работу в виде бега на месте.

В этой серии всего было проделано 11 опытов.

Собаки брались по большей части молодые до $1\frac{1}{2}$ лет возраста, весом не более 12 кг. Кровь до опыта бралась аналогично первым 11 сериям. Затем собака ставилась в станок. Подъем третбана не превышал 70 $см$ от горизонтали. Собаку старались довести до полного утомления. В наших опытах собаки более двух часов не бегали. Вследствие

большой скорости бега и значительной высоты подъема собака имела сильную одышку вплоть до состояния, близкого к асфиксии. В момент остановки мотора собака тотчас клалась на стол, где у ней немедленно и по возможности одновременно из art. и ven. f. бралась кровь под парафин. Запаздывание составляло лишь 2—3 мин.

Результаты этой части опытов представлены на табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

№№	O ₂ в объемн. %		CO ₂ в объемн. %		Задержка мышцей O ₂	Отдача мыш- цей CO ₂	Примечание
	a. fem.	v. fem.	a. fem.	v. fem.			
13	18,7	6,7	42,6	46,7	13,0	4,1	Бег — 6 км — 1 час, подъем 36 см
	19,7	7,0	40,7	44,5	12,7	3,8	
4	16,5	9,2	39,1	47,0	7,3	7,9	Бег — 2 часа 12 км, подъем — 36 см
	16,2	5,0	38,3	49,0	11,2	10,9	
3	22,9	15,6	35,5	40,3	7,4	4,9	Бег — 3 км, подъем 70 см — 30 мин. Сильная одышка
	15,2	5,7	16,4	30,6	9,5	14,2	
5	20,6	9,2	40,3	46,4	11,4	6,1	45 мин. плохого бега с сильным со- противлением. Сильная одышка
	22,5	13,5	21,5	27,0	9,0	5,5	
13	11,9	7,4	38,4	41,9	2,5	3,5	Бег — 30 мин. — 3 км. Подъем 55 см. Сильная одышка
	14,4	3,8	25,4	36,5	10,6	11,1	
4	13,2	9,7	36,5	41,6	3,5	4,1	Бег — 40 мин. Подъем 63 см — 4 км
	13,6	6,9	25,9	37,6	6,7	11,7	
12	12,7	11,4	42,6	46,0	1,3	3,9	Бег — 2 часа — 12 км с конечным подъемом в 60 см, одышка
	13,9	5,2	26,7	45,8	8,7	19,6	
4	14,4	12,7	39,7	45,7	1,7	6,0	Бег — 40 мин. свободно и легко без одышки
	20,1	10,4	35,1	40,8	9,7	5,7	
Среднее					6,1	5,0	
					9,7	10,3	
Средн. в проц. по отнош. к норме					42%	106%	
Дых. коэф.					0,82	—	
					1,0		

Из табл. 4 видно, что, в противоположность первой серии опытов, абсолютные величины кислорода в артериальной крови в этой группе имели тенденцию к повышению. Абсолютные же величины кислорода в венозной крови, наоборот, неизменно снижались, указывая тем самым на большую задержку его мышцами конечности.

Содержание же CO₂ в крови, в противоположность первой серии опытов, резко снижалось как в венозной, так особенно и в артериальной крови. Содержание CO₂ в крови иногда было вдвое меньше, чем в крови покоящейся мышцы, что происходило, надо полагать, за счет усиленной гипервентиляции после длительного бега в гору.

Таким образом, почти во всех случаях мы имели резкую задержку кислорода работающими мышцами и сильную отдачу мышцей углекислоты в кровь. Средний процент задержки O₂ мышцей в этой серии опытов доходит до 40, а средняя отдача углекислоты в кровь доходит до 106% по отношению к состоянию покоя мышц до работы.

Дыхательный коэффициент мышцы в этом случае уже после работы повышался, и доходил до 1,0, имея в норме 0,82.

Полученные результаты согласуются с наблюдениями Best, Furuzawa, Redovt, установившими, что величина дыхательного коэффициента зависит от степени интенсивности мышечной работы и колеблется от величины меньшей 1 до величины большей 1 (тяжелая работа). По классификации же Loewi и Speck — собаки в данной серии опытов производили, следовательно, работу выше умеренной.

Сравнив результаты наших опытов с данными Дубинского, изучавшего газы крови при работе собак, возивших в течение сорока минут тележку с кирпичом, мы нашли, что хотя в работе собак принимал участие и весь организм в целом, но, результат, полученный этим автором, почти полностью согласуется с результатами I и III серии наших опытов. Средний процент задержки кислорода мышцей после работы, найденный им, соответствовал 16 по отношению к состоянию покоя мышцы, а отдача углекислоты мышцей равнялась при 15%, неизменившемся дыхательном коэффициенте, равном 1,0. По схеме Lowi и Speck работа собак в данном случае была следовательно умеренная, и равноценная по результатам тяжелой работы одной изолированной мышцы.

Подводя итоги, мы можем сказать, что в опытах I и II серий достигалось лишь местное полное утомление одной какой-либо мышцы, не дававшее общего сильного и резкого действия на весь организм. Последний легко справлялся с предъявляемой ему нагрузкой, уравнивая ее своими резервами. Опыты же III серии являлись для собак крайне тяжелыми, в них организм с трудом справлялся с нагрузкой.

Количественные соотношения между газообменом при различной работе собаки и газообменом мышцы наглядно представлены на рис. 1. (Разница в задержке O_2 и отдаче CO_2 мышцей после работы высчитана в процентах по отношению к состоянию покоя мышцы).

Резюмируя данные исследований всех трех серий, мы должны прийти к следующим выводам:

1. Задержка O_2 и отдача CO_2 мускулами зависит от степени интенсивности работы всего организма. Она меньше при работе отдельных частей организма и больше при работе целого организма.

2. Работа, вызывающая сильную одышку, граничащую с состоянием, близким к асфиксии, резко понижает количество CO_2 , как венозной, так и артериальной крови, мышца же интенсивно задерживает O_2 и отдает CO_2 в кровь.

3. Дыхательный коэффициент мышцы в зависимости от интенсивности работы всего организма колеблется от величины меньше единицы, до величины более единицы, не изменяясь от местной работы отдельных мышц организма.

Поступило в редакцию
1 августа 1935.

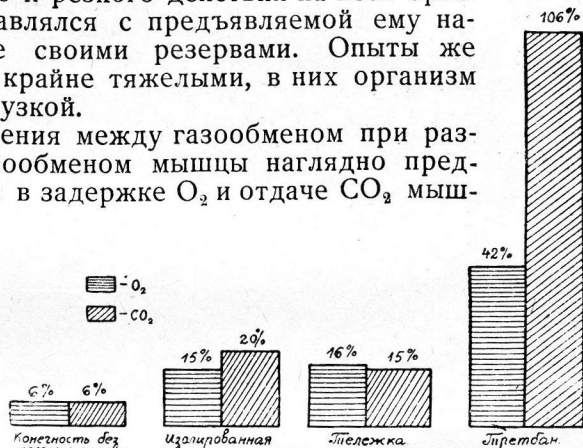


Рис. 1. Задержка O_2 и отдача CO_2 мышцами собаки при различной работе.

ЛИТЕРАТУРА

- Verzar. Journ. of Physiol., vol. 44. 1922. — Он же. Ergebn d. Physiol., 15, 1916. — Он же. Biochem. Ztschr., 132—61—1922. — Van Slyke. Journ. of Biol. Chem. 1927, vol. LXXIII. — Он же. Journ. of Biol. Chem., 1917, vol. XXX. — Ухтомский. Физиолог. двигат. аппарата. — London u. Mitarb. — Pflüg. Arch. Bd. 233, H. 2, 1933. Гиндинский, Гальперин, Лейбсон. — Русск. Физиолог. Журн., т. XIII, № 6. — Дубинский. Врач. дело, 1932, № 21.

BLUTGASE BEI MUSKELARBEIT.

1. Mitteilung

Von *N. N. Blochin*

Aus dem Laboratorium für Stoffwechseluntersuchung des Wiss.-Forschungs-Physiologischen Instituts und aus der Biochemischen Abteilung der Leningrader Staatlichen Universität (vorstand — prof. E. S. London)

1. Die O_2 — Aufhaltung und die CO_2 — Abgabe durch die Muskeln hängt von dem Intensitätsgrade der Arbeit des ganzen Organismus ab. Sie ist geringer bei der Arbeit einzelner Teile des Organismus und grösser bei der Arbeit des ganzen Organismus.

2. Die Arbeit, welche eine starke Atemnot zur Folge hat, die mit einem zur Asphyxie nahen Zustande grenzt, setzt die CO_2 — Menge im Blute stark herab, sowohl im venösen, als auch im arteriellen Blute. Der Muskel hält aber intensiv den O_2 auf und gibt die CO_2 ins Blut ab.

3. Der Atmungsquotient des Muskels schwankt in Abhängigkeit von der Intensität der Arbeit des ganzen Organismus von einer Grösse, die kleiner ist, als 1, bis zu einer Grösse über 1, ohne sich bei der lokalen Arbeit der einzelnen Muskeln des Organismus zu verändern.

К ВОПРОСУ ОБ ЯДОВИТОСТИ ВЫДЫХАЕМОГО ЧЕЛОВЕКОМ ВОЗДУХА

М. И. Граменицкий и И. И. Сиверцев

Из фармакологической лаборатории 2-го Ленинградского Медицинского Института

Вопрос о том, содержит ли воздух, выдыхаемый человеком (и животными) или „испорченный“ воздух переполненных людьми помещений какие-либо ядовитые химические вещества, — до сих пор не решен.

Согласно господствующим взглядам, накоплением CO_2 — в таких помещениях едва ли можно объяснить испорченность такого воздуха. Точно также испорченность воздуха едва ли зависит, согласно большинству литературных данных [см. напр. Liljenstrand (1), Spitas (2)] только от его повышенной температуры и влажности.

Давая сводку господствующих мнений по этому вопросу, Spitas (2) приходит к заключению, что решение этой важной в теоретическом и практическом отношении проблемы будет зависеть от уточнения методов экспериментального анализа, и что полученный до сих пор экспериментальный материал вопроса не разрешает.

Еще в 1888 и в 1894 гг. Brown-Séguard и d'Arsonval (3) выдвинули гипотезу, что упадок сил и тягостные ощущения у людей, находящихся в скученных помещениях, зависят от выделяемого человеком газообразного органического летучего яда „Antropotoxin“. Этот яд — очень нестойкий, и количество его подвержено большим колебаниям; по расчету этих авторов, максимальное количество этого яда, выделяемого человеком за 24 часа равно 0,2. Wurzt (4), анализируя выдыхаемый человеком воздух, обнаружил наличие органического основания с своеобразным запахом.

Позже Weichardt (5) в ряде работ, начиная с 1904 г., ставит вопрос о „кенотоксинах“ вообще и о кенотоксинах выдыхаемого человеком воздуха в частности.

Weichardt (5) — встретил возражения со стороны Kourich (6) и Korff-Peterson (7).

Peters (8) и Lange (9) воспользовались для изучения ядовитости выдыхаемого воздуха изолированным сердцем лягушки, как биологическим объектом, по их мнению, необычайно высокой чувствительности по отношению к большинству органических и неорганических ядов.

Peters заставлял подопытных лиц выдыхать в колбу, помещенную в охлаждающую смесь; получающаяся в колбе конденсационная вода бралась для исследования.

Подопытными лицами служили вполне здоровые субъекты, не имеющие никаких заболеваний дыхательных и пищеварительных путей, с хорошим состоянием полости рта. В течение 1 часа могло быть получено 10—15 см конденсационной воды; она была бесцветна, без запаха, реагировала на лакмус нейтрально, на фенол-фталейн слегка кисло; на 100 см конденсационной воды приходилось приблизительно 1,2 мг CO_2 . Для лягушечьих сердец применен был метод Williams. В большинстве опытов питающей жидкостью служила жидкость Рингера. Оказалось, что конденсационная вода, прибавляемая в количестве нескольких проц. к питающей сердце жидкости, не вызывала никакого эффекта. При употреблении этой конденсационной воды, вместо обычной дистиллированной, для приготовления питающего раствора, как правило, замечалось постепенное (напр. в течение 1 часа работы) ослабление силы сердца, аритмии и т. д.

Принимая во внимание, что содержание CO_2 — в конденсационной воде (1,2 мг на 100 см³) лишь немногим выше содержания CO_2 — в обычной дистиллированной воде (0,8—0,9—1,0 мг на 100 см³), автор приходит к выводу, что конденсационная вода из выдыхаемого человеком воздуха является до известной степени ядовитой для лягушечьего сердца, и что это нельзя объяснить наличием CO_2 , а какими то ближе неизвестными ядовитыми веществами, присутствующими в выдыхаемом человеком воздухе.

Lange (9) в 1914 г., на основании изучения литературы вопроса, приходит к общему выводу, что токсичность выдыхаемого воздуха никем до сих пор с несомненностью не доказана; кажущиеся положительные результаты некоторых работ проще всего объясняются недостатками и ошибками методики. Критикуя работу Peters, Lange заключает, что, во-первых, наблюдавшееся Peters ослабление работы изолированного сердца лягушки могло зависеть в значительной мере от несовершенства примененной им методики [по Williams], заставляющей сердце слишком напряженно работать; и что, во-вторых, при этих условиях даже небольшие повышения содержания CO_2 могли естественно вести к ослаблению работы сердца.

Sam Lange применил более совершенный и столь широко известный метод Straub [канюля в модификации Fühner]. Кислород вводился не в окружающую сердце влажную камеру (через нижнее отверстие которой проходила лигатура от верхушки сердца к пищеводу рычагу), а непосредственно в сердечную канюлю. При этом, на сердцах зимних лягушек, — каковые вообще менее требовательны в смысле условий питания и более выносливы, — без ущерба для результатов опыта можно было отказаться от пропускания O_2 .

Конденсируя воздух на поверхностях охлаждаемых сосудов и получая таким образом конденсационную воду, Lange пришел к заключению, что эта последняя не содержит каких-либо вредно отражающихся на работе изолированного сердца лягушки веществ.

В некоторых из своих опытов Lange поступал таким образом, что выдыхаемый им самим воздух он вводил в окружающую сердце влажную камеру или пропускал выдыхаемый воздух через содержимое питающей сердце канюли. При этом оказалось, что сильные и мало утомленные сердца не ослабляют своей работы при этих условиях. Наоборот, утомленные, слабые, недостаточно снабжаемые кислородом сердца (летних лягушек чаще чем зимних), при этих условиях, впадают как правило в „асфикию“, давая замедление ритма, понижение амплитуды и диастолическую остановку. Самопроизвольное возобновление работы происходит редко; массаж сердца очень способствует восстановлению работы сердца.

Суммируя результаты своих опытов, Lange приходит к заключению, что ослабляющее работу изолированного сердца лягушки действие выдыхаемого человеком воздуха объясняется всецело содержанием CO_2 в этом последнем. Однако из этого не следует, что осторожно заключает Lange, что выдыхаемый человеком воздух не содержит ядовитых веществ, — так как сердце лягушки не ко всем ядам может оказаться в достаточной степени чувствительным.

Пользуясь описанной одним из нас (Граменицкий и (10) методикой пневматической записи работы изолированного сердца, мы произвели ряд опытов, исследуя влияние выдыхаемого нами воздуха на эту работу. Нам показалось, что, так как эта методика по сравнению с существующими более „щадит“ сердце и делает его легко доступным экспериментальным влияниям извне, то она является подходящей в данном случае.

Принимая при этом во внимание детали методики, оказалось возможным поступать двояким образом.

Во-первых, ведя непрерывно запись через сердечную канюлю, можно, не прерывая той записи, заменить окружающий сердце комнатный воздух наружной камеры (вместимость ее в большинстве опытов была $45-50 \text{ см}^3$, а иногда 130 см^3) выдохнутым воздухом. Для этого стоит только временно снять зажимы с верхнего и нижнего отверстия этой камеры, через нижнее произвести выдыхание, вытеснив имевшийся в камере воздух, и наложить зажимы вновь.

Другая методическая возможность — вести запись через наружную камеру; в этом случае систолы записываются вниз, диастолы — вверх.

Всех опытов на лягушечьих сердцах произведено около 50. Лягушки были весом от 30—40 г. Состав питающего сердца рингеровского раствора был $\text{NaCl } 0,65\%$, CaCl_2 , KCl , NaHCO_3 аа, $0,01-0,012\%$.

Общий план исследования состоял в следующем.

Записывая кривую работы сердца, помещенного в аппарат, мы, устранив на время соотвественный зажим, производили выдыхание в течение приблизительно 10—12 секунд через нижнее отверстие прибора. Чтобы устранить влияние на сердце механического сотрясения при выдыхании механических частичек, брызг водяных паров, мы придавали входному отверстию нижней трубки направление не прямо на сердце, а вбок или вниз. Записываемая кривая отмечала то или иное изменение работы сердца. Перед выдыханием производилось ополаскивание рта и горла кипяченой водой и, как правило, по крайней мере за $\frac{1}{2}-\frac{1}{2}$ часа до того прекращалось привычное у одного из нас курение табака (папирос); другой субъект был некурящий. Если под влиянием выдохнутого воздуха наступало то или иное более или менее стойкое изменение работы сердца мы прибегали к одному из следующих приемов. В одних случаях производилась вновь смена окружающего сердце выдохнутого воздуха на обыкновенный комнатный — для чего снимались зажимы со входного и выходного отверстий прибора и, для быстроты, из воздушного газометра пропускалась струя воз-

духа. В других случаях окружающий сердце выдохнутый воздух сменялся на новую порцию выдохнутого заново воздуха, но прошедшего предварительно дрекселевский сосуд (вместимость приблизительно 300—350 см³), наполненный наполовину или 30% КОН или 40% H₂SO₄. Первый прием был применен сравнительно в немногих случаях. Наоборот, к последнему приему мы прибегали довольно систематически, полагая, что это послужит достаточно удовлетворительным контрольным опытом. Именно, мы предполагали, что если бы происшедшее ослабление работы сердца зависело всецело от содержания CO₂ — выдыхаемого воздуха, то предварительное проведение его через H₂SO₄ не должно было бы существенно влиять на результат, так как концентрация CO₂ в выдыхаемом воздухе должна была бы остаться при этих условиях в общем неизменной.

В единичных случаях контролем служила замена выдыхаемого воздуха комнатным воздухом, к которому примешана была CO₂ — из газометра в концентрации 4—5%.

Большинство опытов произведено при t° 14—18° C. Подъем t° в аппарате от выдыхаемого воздуха едва достигал 1/2—3/4°.

Приблизительно в половине всех опытов мы получили отрицательные результаты именно в том смысле, что выдыхаемый воздух или не производил на работающее сердце какого-либо влияния (обычно это были очень хорошо работающие, сильные сердца) или ослабляющее влияние непосредственно выдохнутого воздуха не отличалось от этого последнего, прошедшего через склянку дрекселя с H₂SO₄ (обычно это были сравнительно очень слабые, неэнергично работающие сердца).

В другой же половине опытов получился положительный результат в том смысле, что выдыхаемый воздух, прошедший предварительно через склянку Дрекселя с H₂SO₄, оказывался менее ядовитым для сердца лягушки, чем воздух, выдыхаемый непосредственно. При этом, как правило, отмечалось, что выдыхаемый одним из нас воздух оказывал более глубокое угнетающее действие, чем воздух выдыхаемый другим, что предположительно можно объяснить влиянием возраста, состоянием здоровья, а также конституцией.

Один из нас — подопытных лиц — Г., довольно типичный астеник, недостаточное упитанный и малокровный, часто страдающий головными болями на почве гипертонии, 50 лет, курящий; другой — С. 30 лет от роду, пикник, уравновешенного характера и хорошего питания, не курит.

Опыты показали, что выдыхаемый субъектом Г. воздух оказался для сердца лягушки почти во всех случаях более ядовитым, чем воздух, выдыхаемый субъектом С.

Кроме того, субъектом Г. неоднократно подмечалось, что положительные результаты, т. е. более резко ослабляющее действие выдыхаемого воздуха на сердце совпадало обычно с чувством общей усталости, тупыми головными болями и умственным переутомлением (особенно во второй половине дня). Едва ли возможно приписать указанную выше ядовитость выдыхаемого субъектом Г. воздуха газообразным продуктам, выдыхаемым после недавнего курения. Это исключается ввиду, во-первых, принимавшихся мер предосторожности (полоскание рта, горла); во-вторых, предполагаемый в выдыхаемом воздухе никотин дал бы иную картину действия на сердце (сердце продолжает достаточно хорошо работать в атмосфере густого табачного дыма); в-третьих, были опыты — правда, единичные — с положительными результатами, когда субъект Г. воздерживался от курения в течение 10—12 часов до начала опыта.

Разницу в ядовитости выдыхаемого воздуха у субъектов Г. и С. нельзя было объяснить допущением, что напряжение CO₂ в выдыхаемом воздухе у субъекта Г. было выше, чем у С. Анализ выдыхаемого воздуха дал в отдельных случаях следующие цифры. Г: 3,85; 3,70; 3,60;

С: 3,45; 3,80; 3,75; кроме того, CO_2 примешиваемая в концентрации 4% и даже 5% к комнатному воздуху, как правило, производила менее ослабляющее влияние на работу сердца, чем выдыхаемый воздух.

Влияние выдыхаемого воздуха, предварительно прошедшего раствор КОН, изучалось пока лишь в немногих опытах и на основании их дать определенное заключение трудно. Можно лишь констатировать, что приблизительно в половине всех случаев воздух, прошед-



Рис. 1. Сердце лягушки по Straub. Пневматическая запись через сердечную канюлю. Систолы вверх, диастолы вниз. Отметчик времени — 8 сек. Вместимость наружной камеры-муфты — около 50 см³. При E. комнатный воздух камеры вытеснен выдохнутым субъектом Г. воздухом: постепенно развилось ослабление сердечной работы и остановка сердца; при S, этот воздух был заменен выдохнутым, но прошедшим через склянку Дрекселя с 40% H_2SO_4 — довольно быстрое восстановление сердечной работы.

ший через раствор щелочи, не дал какого-либо ослабления в работе сердца. В другой половине случаев наступало ослабление работы сердца, несмотря на то, что вся CO_2 выдыхаемого воздуха была поглощена щелочью.

Ослабление сердечной деятельности носит характер гиподинамии; наблюдалось уменьшение энергии систол, замедление ритма и иногда остановка сердца в диастоле; аритмий обычно не наблюдалось. Смена выдохнутого воздуха на обыкновенный комнатный, а также массаж сердца, как правило, вели к восстановлению сердечной работы.

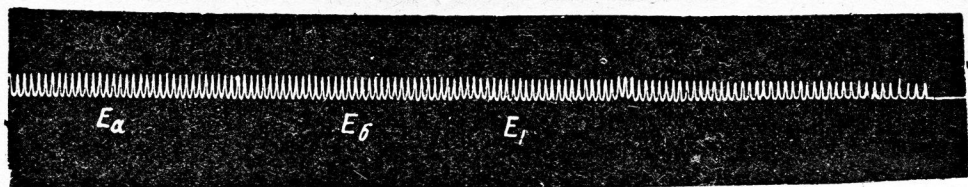


Рис. 2. Изолированное сердце лягушки по Straub. Пневматическая запись через сердечную канюлю. Вместимость наружной камеры около 50 см³. При E_a воздух камеры заменен воздухом, выдохнутым субъектом Г., прошедшим через склянку Дрекселя со щелочью (30% КОН): почти никакого изменения работы сердца; при E_b — замена выдохнутым воздухом, прошедшим через H_2SO_4 ; то же без заметного действия. При E₁ новая замена выдохнутым воздухом, но не прошедшим ни через кислоту ни через щелочь: постепенное ослабление работы сердца и остановка.

Обращаясь опять к опытам, давшим положительные результаты, позволительно на основании их принять, что выдыхаемый человеком воздух может содержать, помимо CO_2 — какие-то газообразные летучие вещества, вероятно основного характера, вызывающие на работающем сердце лягушки явления утомления, вплоть до остановки сердца.

Упомянем еще, — скорее как о впечатлении, чем как о доказанном факте, — что эти летучие токсины способны задерживаться в той или иной степени даже при проведении их через дистиллированную воду и способны фиксироваться на твердых предметах, так как выдыхаемый воздух при указанных условиях уменьшался в своей ядовитости.

Ко всему сказанному следует добавить, что, очевидно, в количественном, а может быть и качественном смысле — предполагаемые токсины могут быть, очевидно, разными у различных индивидов. Это, надо полагать, стоит в причинной зависимости от общего состояния организма подопытного лица, его возраста, общего тонуса нервной и мышечной системы, степени усталости и т. д., а также от состояния легких, горла, различных болезней и т. п. условий.

Таким образом, необходимо допустить, что „ядовитое дыхание“, отмеченное еще в эпоху классических мифов, может существовать у человека в действительности. За это с достаточной, как нам кажется, убедительностью говорят приведенные экспериментальные данные.



Рис. 3. Сердце лягушки по Straub. Пневматическая запись через сердечную канюлю. Систолы — вверх, диастолы — вниз. Вместимость наружной камеры (типа колонки для хлора) около 130 см^3 . N — норма — замена воздуха наружной камеры воздухом, выдохнутым субъектом C; $\uparrow \uparrow$ — замена воздуха наружной камеры воздухом, выдохнутым субъектом Г. Читать слева направо.

Если мы согласимся с правильностью этого основного факта, то различные выводы из него вытекают сами собой. Особый практический интерес и значение представили бы, очевидно, те случаи, когда способность „отравлять“ выдыханием окружающий воздух у различных субъектов оказалась бы неодинаковой. Очевидно, что в этом случае некоторые вопросы как индивидуальной, так и общественной гигиены должны были бы быть поставлены по-новому.

Выводы:

1. Предложенная одним из авторов методика пневматической регистрации работы изолированного по Straub сердца лягушки оказалась удобной для изучения влияния через внешнюю поверхность сердца различных газообразных веществ.

2. Испытывая указанным способом влияния выдыхаемого ими самими воздуха, авторы установили, что в большинстве случаев при замене окружающего сердце комнатного воздуха выдохнутым происходит ослабление деятельности сердца (замедление ритма, падение амплитуд, диастолическая остановка).

3. Приблизительно в половине всех таких опытов удалось доказать, что это ослабление зависит не от одной только CO_2 — выдыхаемого воздуха, а от каких-то еще других летучих веществ, вероятно основного характера, содержащихся в выдыхаемом воздухе.

4. У различных индивидов эти летучие токсины выдыхаемого воздуха могут быть, вероятно, количественно и качественно неодинаковы; так, выдыхаемый более пожилым и более болезненным субъектом (Г) воздух оказался более ядовитым, чем воздух, выдыхаемый более молодым и более здоровым субъектом С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liljestrand. Bethe's Handb. d. norm. u. path. Physiol., 1925 — 2. Spitsa. Handb. d. soc. Hyg. 1927. — 3. Brown-Séguard et d'Orsonval. Cpt. rendus de l'Académie d. Sc., 1888, vol. 106. — Arch. de Physiolog. 1894, Vol. VII. — 4. Wurzt. Cpt. rendus d. l'Acad.-d-Sc. 1888. Vol. 106. — 5. Weichardt. Arch. f. Hyg. 1911, Bd. 74. — 6. Kourich. Zeitschr. f. Hygiene, 1914, Bd. 78. — 7. Korff-Petersen. Zeitschr. f. Hyg. 1914, Bd. 78. — 8. Peters. Arch. f. Hyg. 1906, Bd. 57. — 9. Lauge. Zeitsch. f. Hygiene, 1914, Bd. 78. — 10. Граменицкий. — Р. Физиол. Журн. 1931.

ZUR FRAGE ÜBER DIE GIFTIGKEIT DER VOM MENSCHEN AUSGEATMETEN LUFT

Von *M. I. Gramenitzki* und *I. I. Siwerzew*

Aus der Pharmakologischen Abteilung des 2 Leningrader Medizinischen Instituts

1. Die vom Verfasser vorgeschlagene Methodik der pneumatischen Registration der Arbeit des nach Straub isolierten Froschherzens hat sich als bequem für die Untersuchung der Wirkung durch die Aussere Herzoberfläche verschiedener gasartigen Stoffe erwiesen.

2. Bei der Prüfung in der erwähnten Richtung der Wirkung der eigenen ausgeatmeten Luft haben die Verfasser festgestellt, dass in der Mehrzahl der Fälle beim Ersatz der das Herz umgebenden Zimmerluft durch die ausgeatmete Luft eine Abschwächung der Herztätigkeit stattfindet (Verlangsamung des Rhythmus, Sinkung der Amplitude, diastolischer Stillstand).

3. Annähernd in einer Hälfte aller Versuche ist es gelungen zu beweisen, dass diese Abschwächung nicht allein von der CO_2 der ausgeatmeten Luft, sondern auch von irgend-welchen anderen flüchtigen Stoffen, wahrscheinlich von basischem Charakter, welche in der ausgeatmeten Luft enthalten sind, abhängt.

4. In Abhängigkeit vom Individuum können diese flüchtigen Toxine der ausgeatmeten Luft, wahrscheinlich, quantitativ und qualitativ verschieden sein; so erwies sich die von einem älteren und krankhafteren Individuum (G) ausgeatmete Luft giftiger, als die von einem jüngeren und gesunderen Individuum (S) ausgeatmete Luft.

ЗАПИСЬ ИЗМЕНЕНИЙ ВНУТРИПЛЕВРАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ПНЕВМОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД

А. И. Науменко

Из физиологической лаборатории 1-го Ленинградского медицинского института
(зав. — проф. П. С. Купалов)

Несмотря на большое число методов, предложенных для регистрации дыхания, до сих пор нет метода простого, легко доступного в осуществлении и одновременно хорошо удовлетворяющего требованиям эксперимента.

Из числа легко осуществимых методов физиологи широко применяют запись дыхания при помощи капсулы Марая, соединенной посредством резиновой трубки с трахеальным пространством. Благодаря этому, капсуле сообщаются те изменения воздушного давления, которые создаются в воздухоносных путях при акте вдоха и выдоха. Этот метод дает очень неточные сведения о вентиляции легких и положении грудной клетки при медленном подъеме дыхательной кривой и при длительных задержках дыхательных движений, когда давление в трахее становится или невысоким, или равным атмосферному. Другой существенный недостаток этого метода состоит в том, что поступление в трахею холодного сухого воздуха вызывает раздражение слизистых оболочек и обильную секрецию слизи. Вследствие этого при длительных опытах часто бывает затекание слизистых выделений в мелкие разветвления бронхов и закупорка их.

Значительно улучшает этот метод остроумное видоизменение, предложенное В. М. Карасиком, который просто вкалывает тупую иглу от шприца в трахею, не вскрывая последней, и соединяет эту иглу резиновой трубкой с Мареевской капсулой.

Очень простым способом является также регистрация дыхания с помощью пневмографов, прикрепляемых снаружи грудной клетки. Существенный недостаток этого способа состоит в том, что он мало чувствителен к изменениям диафрагмального дыхания. Если прикреплять пневмограф в области нижних ребер, то движения верхней части грудной клетки плохо регистрируются. В результате иногда ускользают от записи очень резкие изменения размера вентиляции.

Уже давно Розенталем было предложено пользоваться для регистрации дыхания колебаниями внутригрудного давления при помощи вводимого в пищевод резинового баллона, соединенного с капсулой Марая, или какой либо моделью волюмометра. Этот метод в наших руках не дал хороших результатов. Точно также оказался неудобным, благодаря частым смещениям и другим недостаткам, и метод помещения резинового баллона между печенью и диафрагмой.

В поисках более удовлетворительного метода мы, пользуясь советами проф. Купалова, решили соединить идеи Карасика и Розен-

тая и использовали для записи дыхания изменения внутриплеврального давления. Аппаратура проста и состоит из Мареевской капсулы с резиновой трубкой, на конце которой вязана широкая тупая игла.

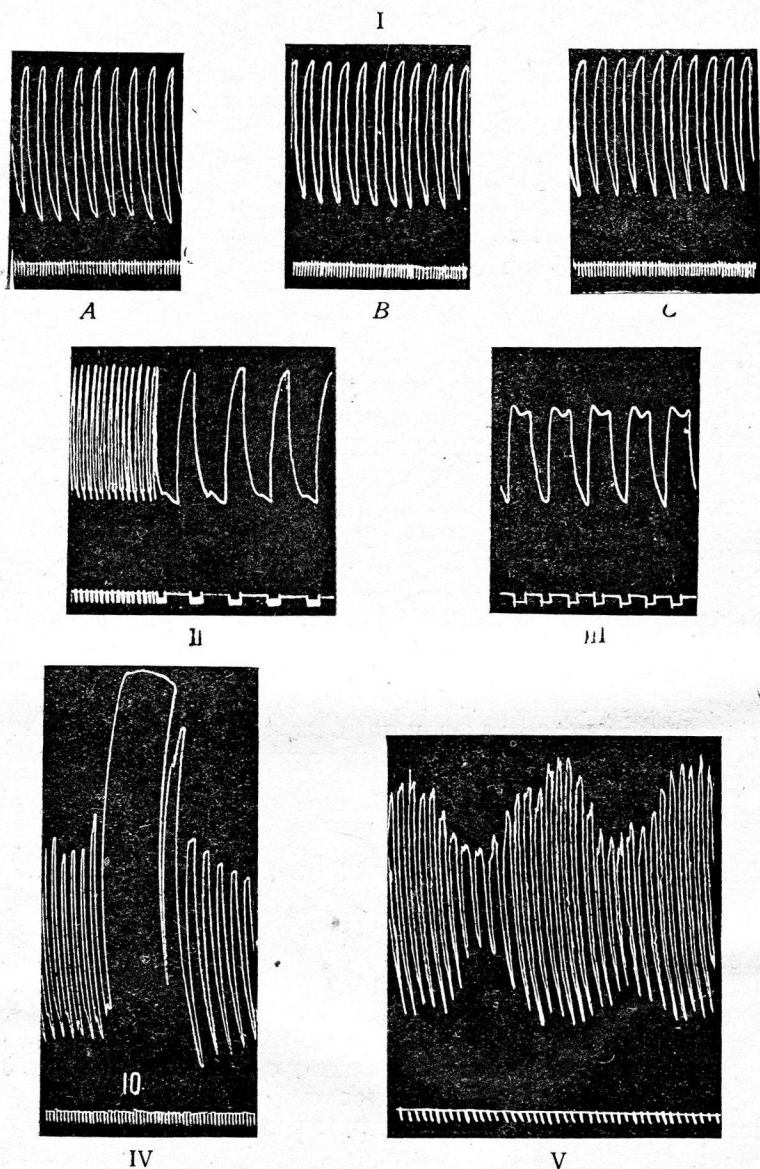


Рис. 1. I-A. Запись дыхания в самом начале опыта. I-B. То же через 6 часов. I-C. То же через 12 часов. II. Пример дыхания с остановкой на высоте вдоха. III. Дыхание с задержкой на высоте выдоха. IV. Остановка дыхания в фазе выдоха при раздражении верхнегортанного нерва. V. Пример дыхания с периодическим усилением и ослаблением дыхательных движений.

По ходу резиновой трубки можно поставить два Т — образных ответвления, одно из которых соединяется с манометром, другое наглухо закрывается зажимом. Сделав небольшой кожный надрез на уровне 7-8 ребра по аксиллярной линии, мы вкалываем в момент вдоха живот-

ного через мышечную стенку иглу, проводя ее у верхнего края ребра в плевральную полость. Часть воздуха из системы „капсула-резиновая трубка“ сейчас же входит в полость плевры и слегка отодвигает легкое. Таким образом, игла лежит свободно в плевральной полости, и все изменения внутриплеврального давления сообщаются записывающей системе. Движения рычажка вниз соответствуют вдоху, движения вверх — выдоху. Игла подшивается к коже и фиксируется.

Мы опасались сначала, что вошедший в межплевральное пространство воздух будет быстро всасываться, что может повести к закупорке отверстия иглы и раздражению легочной плевры. Поэтому мы присоединяли боковое ответвление резиновой трубки, через которое во всякое время можно ввести дополнительно небольшое количество воздуха. Однако, на практике оказалось, что к этой мере не приходится прибегать. В случае каких либо недочетов в записи целесообразнее вынуть иглу и ввести вновь.

Если вся система вполне герметична, то регистрацию дыхания можно производить в течение 24 часов, при чем пневмограмма остается совершенно правильной, отражая только происходящие в характере дыхания изменения. Присоединение ртутного или водяного манометра позволяет одновременно наблюдать непосредственно колебания внутриплеврального давления и калибровать в миллиметрах давления размахи рычажка.

Приводим несколько записей, полученных при помощи описанного метода на децеребрированных кошках.

Как видно из приведенных кривых, мы имеем правильную, ровную запись нормального дыхания и хорошее воспроизведение всех особенностей дыхательного акта при тех или иных его изменениях. Все это вместе с простотой и доступностью метода позволяет нам рекомендовать его как для демонстрационных целей, где он исключительно удобен, так и для научных работ.

Поступило в редакцию
31 августа 1935 г.

REGISTRATION DER VERÄNDERUNGEN DES INTRAPLEURALEN DRUCKES, ALS PNEUMOGRAPHISCHE METHODE

Von A. I. Naumenko

Aus dem Physiologischen Laboratorium des 1 Leningrader Medizinischen Instituts
(Vorstand — Prof. P. S. Kupalow)

In der Arbeit wird einer Methode der Registration der Atmung mittels der Einführung einer hohlen Nadel in die Intrapleuralhöhle beschrieben. Bei der Verbindung der Nadel mit der Marey'schen Kapsel kann gute Registrationen der mit der Atmung verbundenen Veränderungen des Intrapleuraldruckes erhalten. Die Methode ist besonders bequem dank ihrer Einfachheit, für Demonstrationszwecke.

СПЕЦИФИЧЕСКИ-ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПИЩИ В ПОКОЕ И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Сообщение 1. Специфически-динамическое действие углеводного завтрака

Н. С. Савченко

Из физиологической лаборатории (зав.—П. А. Некрасов) Ленинградского института организации экономики и охраны труда

Несмотря на большую литературу о специфически-динамическом действии (СДД) пищи при различных физиологических и патологических состояниях человеческого организма, вопрос о его роли, об его удельном весе в энергетическом обмене в период физической работы освещен недостаточно полно.

Хорошо известно, что в период физической работы организм затрачивает значительное количество энергии, которое в отдельные моменты в несколько раз превышает основной обмен. Представляет большой интерес выяснить, какую роль играет при этом та энергия, которая развивается под влиянием приема пищи: имеем ли мы здесь сумму из энергии основного обмена + „специфической“ рабочей энергии + СДД пищи, или в силу тех или иных обстоятельств мы этой суммы не имеем? Последнего можно ожидать на основании следующих соображений: процессы, которые развиваются в организме при выполнении физической работы, могут тормозить через нервно-гуморальные пути те функции, которые связаны с образованием специфически-динамического эффекта пищи. Под влиянием изменившихся качественно и количественно окислительных процессов, связанных с выполнением физической работы, большая или меньшая часть всосавшегося в кровь пищевого вещества данного вида может не превращаться организмом в другой вид (на что затрачивается в покое часть энергии), а вступать в рабочий обмен непосредственно. И, наоборот, можно предполагать, что под влиянием физической работы процессы перевода одного вида пищевого вещества в другой его вид в некоторые моменты рабочего дня могут усиливаться. Усиление и ослабление этих процессов будет влиять на величину СДД принятой пищи. Величина СДД будет при этом изменяться или абсолютно, когда принятое и всосавшееся вещество вступает в рабочий обмен непосредственно, или относительно, когда СДД под влиянием работы усиливается в отдельные точки дня, но в общем величина его остается та же самая. В последнем случае нужно ожидать ускорения течения этого процесса во времени.

Высказанные нами здесь предположения об изменении в качественном и количественном отношении СДД пищи при выполнении физической работы должны быть проверены на опыте.

Кроме чисто теоретической стороны дела, нас интересовали здесь и практические вопросы, а именно: 1) какие поправки мы должны внести при расчетах специфической рабочей энергии в разные часы рабочего дня после завтраков или обедов, калорийность и состав которых нам известен; 2) как влияет прием пищи на характер кривой восстановления по кислороду после физической работы.

Для решения этих вопросов необходимо провести опыты с 4 комбинациями пищи: 1) преимущественно углеводной, 2) преимущественно жировой, 3) преимущественно белковой, 4) нормально-смешанной.

Для начала мы остановились на преимущественно углеводном завтраке. Общая калорийность его лежала в пределах 700 брутто-калорий (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1
Состав пайка ¹⁾

Количество	Сахар 100 г	Хлеб пшеничн. 110 г	Вода 500 г	В с е г о		
				Г без воды	Калорий брутто	‰/‰
Белков	—	9,2	—	9,2	37,7	6
Жиров	—	0,99	—	0,99	9,2	1
Углеводов	99,9	53,9	—	153,8	630,6	93
Итого	—	—	—	—	677,5	100

Эти определения велись газообменным методом по Zuntz — Haldane. После определения основного обмена испытуемые завтракали. По окончании завтрака через определенные промежутки времени у них исследовался обмен после еды. Первое определение было через 30 мин. после окончания завтрака, а последующие через интервал в 1 час. До конца дня таких определений было 6.

Опыты с физической работой после еды ставились в те же моменты рабочего дня, что и в покое. Физическая работа при этом заключалась в подъеме и опускании штанги весом 16 кг. Высота подъема 1 м., количество подъемов и опусканий 6 в 1 минуту; длительность рабочего периода—10 минут.

Таким образом у каждого испытуемого на протяжении часа было всего 10 минут работы и 50 минут отдыха. Такое соотношение между длительностью рабочего и нерабочего времени было установлено с целью избежать влияния утомления на величины энергетического обмена. Испытуемыми служили двое мужчин 29 и 39 лет. Оба здоровые, прошедшие для контроля через Лен. институт профзаболеваний (см. табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Испытуемые	Воз- раст	Профессия до опыта	Обмен покоя в 1 мин. в калориях	„Специфиче- ский рабочий“ обмен натошак за 10' работы в 1 мин. в кал.	„Специфиче- ский рабочий“ обмен покоя
К-н.	39	грузчик	1358	2320	1,71
Л-н.	29	хлебопашец	1139	2000	1,75

Способ расчета СДД пищи был следующий: обмен натошак принимался за норму, увеличение теплопотерь в покое после еды относилось за счет СДД пищи, увеличение энергии на одинаковую работу после приема пищи, сравнительно с работой в голодном состоянии принималось нами за СДД пищи в период работы.

В основу сравнения величин расхода энергии клались те величины, которые получались при физической работе в стадии steady state.

Результаты наблюдений

Общее количество углеводов в преимущественно углеводном завтраке достигло 153 г. Главная масса их поступала в виде тростникового сахара (100 г); с сахаром давалось 500 см³ теплой воды. Такое количество воды давалось потому, что испытуемые неохотно пили концентрированный раствор сахара. С другой стороны при очень

¹⁾ Рассчитан по Kerstner и Knipping „Питание человека“ 1928 г.

высокой концентрации сахара в воде можно было опасаться повышения сокоотделительной работы желудочно-кишечного канала, ибо по данным Лондона (1) и др. известно, что при больших концентрациях сахара сокоотделение достигает значительных размеров. Вода даже в теплом виде, в количестве 500 см^3 СДД не обладает [Rubner (2), Grafe (3), Becher (4) и др.].

Исследование газообмена при даче этого пайка показало, что СДД его выражено довольно ясно как в покое, так и в период физической работы. Наибольший эффект при этом наблюдается в первый час после еды, что вполне совпадает с данными Grafe (3), Дюбуа (5), Кнipping и Kowitz (6) и др.

Кроме этого, наши опыты показали, что величины максимумов СДД в период покоя и работы неодинаковы (Рис. 1).

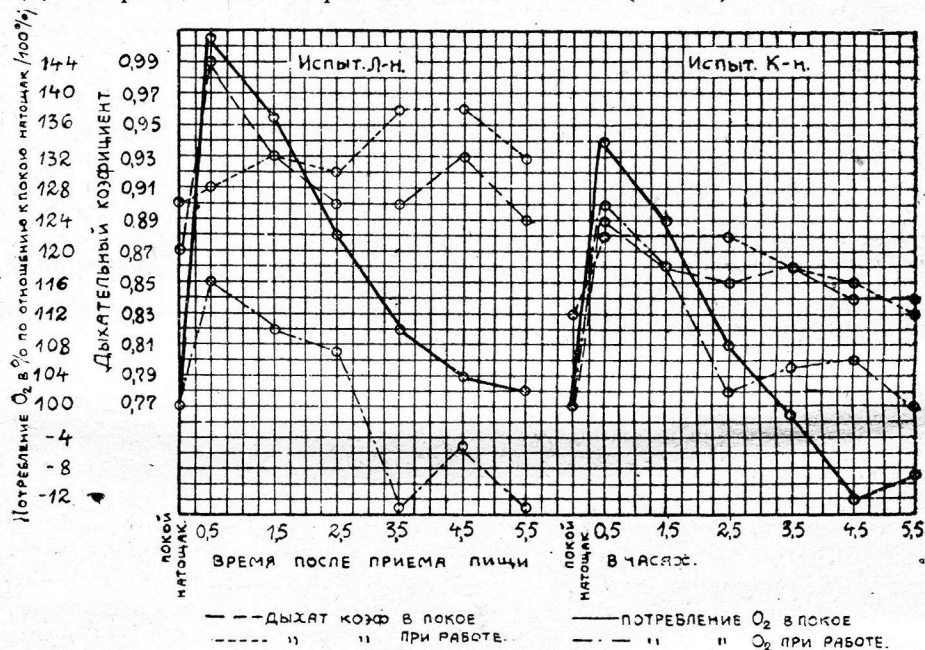


Рис. 1. Динамика изменений потребления O_2 и дыхательного коэффициента при преимущественно углеводном завтраке.

Из рис. 1 видно, что максимумы СДД в покое выше, чем в период физической работы. Для испытуемого Л-н эти максимумы, будучи отнесены к покойному обмену, составляют 47% и 16% . Для испытуемого К-н они соответственно равны 34% и 26% .

Продолжительность специфически-динамического действия пищи в дни опытов с физической работой оказалась также укороченной. В дни без физической работы продолжительность СДД равнялась 5 час. и $3\frac{1}{2}$ часам. В опытах с физической работой это время уменьшалось до $2\frac{1}{2}$ часов.

Таким образом, ход кривых СДД в дни покоя и работы указывает на то, что СДД данной пищевой смеси в дни с физической работой меньше чем в покое.

Rubner (7) считает, что при выполнении физической работы после еды имеет место суммирование трат энергии (энергии покоя + СДД пищи + энергии работы), хотя из его опытов сделать этот вывод в отношении углеводного пайка нельзя, так как, не имея данных о работе натошак, он не мог произвести точного сравнения. Опыты Rapport (8), проведенные им на собаках при кормлении их углеводами и жирами,

показали только незначительное повышение расхода энергии по сравнению с работой натошак. Данные этого автора совпадают с нашими результатами, но они не могут быть целиком сравниваемы с нашими данными, так как они получены на собаках, к тому же при комбинированном кормлении подопытных животных жирами и углеводами.

Уменьшение СДД углеводной пищи, полученное нами при выполнении физической работы, может быть легко объяснено, если стать на точку зрения, что прием пищи приводит к повышению ассимиляционных процессов [Rubner (9), Abelin и Kobori (10), Nothhaas и Nekei (11)].

Интермедиарные процессы могут протекать с различной интенсивностью. Последняя зависит: от потребности организма в том или ином веществе, от количества поступившего материала и циркуляции его в крови в данный момент.

Значительное поступление в кровь углеводов должно приводить к отложению, главным образом, гликогена и жиров. Трата энергии при переводе углеводов пищи в гликоген и жиры различна. Напр., для перевода декстрозы в гликоген требуется, примерно, 10% энергии, заключенной в декстрозе. [Cidon и Brauch (2), Wirzichowski (3), Grafe (2)]. При превращении углевода в жир величина теплопотерь увеличивается до 35% [Bleibreus (14)].

Согласно основным данным физиологии обмена веществ, организм, прежде всего, пополняет свое углеводное депо, затем уже идет отложение жира. Таким образом, главной причиной повышенного расхода энергии при „интермедиарной химической работе“ (intermediäre chemische „Nährstoffarbeit“) является образование гликогена из поступивших в кровь моносахаров и, главным образом, глюкозы.

При физической работе, согласно данным Hill (15), Meyerhof (16) и др. происходит усиленная трата той самой глюкозы, которая должна быть превращена после приема пищи в гликоген. При наличии в крови увеличенного количества глюкозы и повышенного спроса на нее со стороны работающих мышц естественно ожидать, что процесс отложения ее в запас должен уменьшаться, если из пищеварительных органов в кровь поступает больше глюкозы, чем требуется для производства физической работы. Уменьшение процесса отложения углеводов в запас связано с уменьшением „интермедиарной химической работы“ — а, следовательно, и с уменьшением расхода энергии.

Работа желудочно-кишечного канала по расщеплению и всасыванию углеводов в кровь при этом, конечно, остается. Энергия, потребная для выполнения этой работы, будет суммироваться со „специфическим рабочим“ расходом энергии при физической работе. Это будет та часть СДД пищи, которая устранена быть не может.

Свидетельством того, что после приема пищи организм действительно интенсивнее использует глюкозу, является значительное повышение дыхательного коэффициента (с 0,90 до 0,96 и с 0,83 до 0,88) в период работы после завтрака в сравнении с таковым до завтрака (см. рис. 1).

Восстановление. Вопрос о восстановительном периоде после совершенной физической работы не перестает интересовать физиологов и до сего времени. Некоторые исследователи, по „восстановительному остатку“ судят о тяжести [Гилл (15)], об утомительности работы [Каган и Борщевский (17) и др.], о способности организма к восстановлению после совершения работы [Simonsen (18)]. Величины „восстановительного остатка“ получались этими исследователями в состоянии организма испытуемых натошак.

Нас интересовал вопрос: как будет вести себя газообмен в восстановительный период после совершения физической работы в разные моменты рабочего дня, при условии потребления в начале дня углеводного завтрака, каковы при этом будут: 1) величина кислородной задолженности, 2) время восстановления по O_2 , 3) коэффициент кислородной задолженности по Кагану и Борщевскому и 4) „восстановительная способность организма“ по Simonsen (R. K.). При определении этих величин за обмен покоя принимались средние величины газообмена после завтрака, полученные в дни без физической работы. Если не считаться со СДД пищи и положить эти данные обмена в основу расчета, то оказывается, что в первой половине рабочего дня наблюдается резкое снижение общей величины кислородной задолженности и времени восстановления. Все эти факторы, достигнув наи-

меньшего значения через $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ часа после приема пищи, начинают затем расти и к концу дня приближаются к исходным величинам (рис. 2).

Р. К. по *Simonson* достигает наибольшего значения через $2\frac{1}{2}$ часа, затем начинает заметно убывать. Так как по *Simonson* увеличение Р. К. указывает на улучшение восстановительной способности организма после совершенной работы, то дача углеводного завтрака как бы приводит к временному улучшению восстановительной способности организма. В том же направлении дают указания и остальные показатели.

Улучшение это начинается в первые полчаса после приема пищи и длится на протяжении $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ часов, т. е. примерно в течение времени, когда по данным *Arnoldi* и *Collazo* (19), *Rampe* (19) и др. в крови наблюдается еще повышенное количество углеводов, поступивших туда из кишечника.

Почему же, однако, не наблюдается оптимального состояния организма в первый час после приема пищи, когда по данным тех же

авторов, в крови имеется максимальное количество углеводов? Этому, повидимому, мешает та интермедиарная работа „*Intermediäre chemische Nährstoffarbeit*“, которая возникает в связи с большим поступлением углеводов в кровь. По мере ослабления этой работы организм оказывается в более выгодном положении при выполнении физической работы. Оптимум (в смысле расхода энергии и быстроты ликвидации кислородной задолженности) получается в тот период,

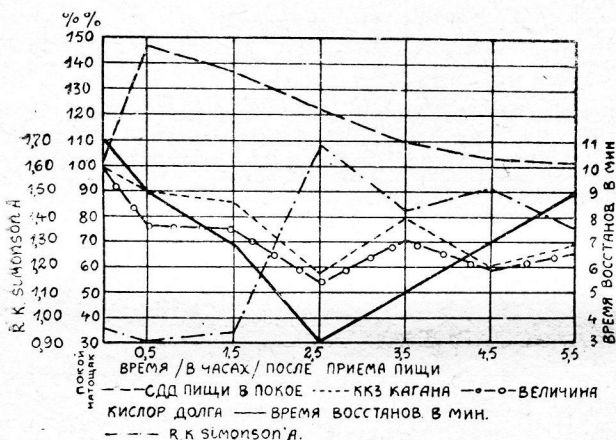


Рис. 2. Восстановление по кислороду при преимущественно углеводном завтраке.

когда в крови находится такое количество углеводов, которое достаточно для выполнения физической работы, но которое уже не вызывает СДД. Как только поступление углеводов из кишечника прекращается, а наличия глюкозы в крови недостаточно для поддержания работы мышц, вступают в действие процессы, которые связаны с образованием глюкозы. По мере продолжения работы эти процессы усиливаются, что, повидимому, и приводит организм в относительно худшее положение при выполнении физической работы.

Так как физическая работа, выполнявшаяся нашими испытуемыми, не могла приводить к нарастанию утомления к концу рабочего дня, то относительно ухудшение реакции организма на выполняемую работу следует отнести в нашем случае не за счет утомительности работы, а за счет тех биохимических процессов, которые связаны с образованием энергетической базы, необходимой для выполнения физической работы. Из этого вытекает, что: — если испытуемые приходят на газообменные опыты после легкого завтрака, как это допускается на основании данных *Дюбуа* (5), *Benedict* и др., исследователи получают результаты, не совпадающие с данными, получаемыми натошак. Это

несовпадение характерно не только для величин восстановительного периода, но и для данных специфического рабочего обмена в стадии steady state, если из валового рабочего обмена, полученного после завтрака, вычитать покойный обмен, также полученный после завтрака.

При этом оказывается, что „специфический рабочий“ обмен сначала падает, а затем увеличивается на протяжении рабочего дня. Этот рост „специфического рабочего“ обмена не связан с утомлением, а зависит исключительно от интермедиарных процессов, разыгравшихся в организме под влиянием принятой перед работой пищи. Отсюда следует, что при исследовании газообмена после легкого завтрака следует учитывать, что получаемые при этом результаты будут количественно и качественно отличны от результатов, получаемых натощак.

На основании полученных нами данных мы приходим к заключению, что специфически-динамическое действие углеводов во время работы проявляется слабее, чем в покое. Следовательно, если вести расчеты „специфического рабочего“ обмена, игнорируя СДД пищи, то калорийная стоимость единицы работы в первые часы по ее приеме будет выше, чем натощак. Если же при расчетах величин „специфического рабочего“ обмена в интересующий нас момент рабочего дня брать не обмен покоя натощак, а тот обмен покоя, который характерен для данного часа дня, т. е. основной обмен + СДД покоя, то в силу того, что СДД в период работы выражено слабее, величины рабочего обмена при выполнении одной и той же работы будут ниже, чем натощак.

Выводы

1. Максимум специфически-динамического действия углеводного завтрака в покое наблюдается в первый час после приема пищи.

2. Максимум специфически-динамического действия углеводного завтрака при выполнении физической работы также наблюдается в первый час по приеме пищи, но он значительно ниже чем в покое.

3. Общая величина СДД углеводного завтрака при выполнении физической работы меньше, чем в покое.

4. Продолжительность СДД при выполнении физической работы также меньше, чем в покое.

5. Реакция восстановления организма по кислороду после углеводного завтрака улучшается (при вычете из восстановительного обмена величин O_2 покоя и СДД.).

Это улучшение прогрессирует в течение 2 — 3 часов, после чего наступает перелом: восстановительная способность организма начинает падать.

6. „Специфический рабочий“ обмен после углеводного завтрака (при вычете из валового обмена, — обмена покоя натощак плюс СДД углеводного завтрака покоя) оказывается вначале резко уменьшенным. Однако, уже через 0,5 часа после приема пищи он снова начинает расти и к концу дня приходит к исходным величинам и даже превышает их.

Поступило в редакцию
4 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Лондон. Физиология и патология пищеварения, 1924. 2. Rubner, M. Energiegesetze, 1902. 3) Grafe, E. Ergebn. d. Physiologie Abt 11, B. 21, 1923. 4) Becher, H. Zeitschr. f. d. ges. exper. Medizin, 1925. B. 47. 5) Дюбуа. Обмен веществ. ГИЗ. 1927. 6. Kripping u. Kowitz. Klinische Gasstoffwechseltechnik, 1928. 7. Rubner.

M. Sitzungsber. d. Kön. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1910. 8. Rapport, D. Amer. j. of Physiology, 90, 1929. 9) Rubner. M. Handb. der Hygiene. B. 1, 1911. 10) Abelin u. Kobori. Biochem. Zeitschr. B. 186, 1927. 11) Nothhaas u. Necker. Pflüg. Arch. 1930. B. 224. H3. 12) Cigon v. Brauch. Zeitschr. d. ges. exper. Mediz. 1926. B. 49. 13) Wirtzchowski, M. Berich. f. d. gesamt Physiologie. H. 7/8, B. 61, 1931. 14) Bleibrens. цит. по графе. Ergebn. d. Physiologie Abt. B. 21, 1923. 15) Гилл. Работа мышц, 1929 г. 16) Мейергоф. Термодинамика жизненных процессов 1928. 17) Каган и Борщевский. Труды и материалы Украинского Гос. инстит. патолог. и гигиена труда. B. VIII, 1930. 18) Simonson. Pflüg. Arch. 1927, B. 215. № 6. 19) Arnoldi и Collazo. цит. по Образцову и Калинин, Журнал эксперим. биологии и медицины № 38, 19-9. т. XII. 20) Rampe, W. Arleitsphysiologie. B. 5, № 3, 1932.

SPEZIFISCH-DYNAMISCHE WIRKUNG DER NAHRUNG IM RUHEZUSTAND UND BEI DER AUSFÜHRUNG VON KÖRPERLICHER ARBEIT

1 Mitteilung. Spezifisch-dynamische Wirkung des Kohlenwasserstofffrühstücks

Von N. S. Sawtschenko

Aus dem Physiologischen Laboratorium (vorstand — P. A. Nekrassow) des Leningrader Instituts für Organisation, Oekonomik und Schutz der Arbeit

1. Das Maximum der spezifisch-dynamischen Wirkung des Kohlenwasserstofffrühstücks im Ruhezustand wird im Laufe der ersten Stunde nach der Nahrungsaufnahme beobachtet.

2. Das Maximum der spezifisch-dynamischen Wirkung des Kohlenwasserstofffrühstücks bei der Ausführung von körperlicher Arbeit liegt ebenfalls in der ersten Stunde nach der Nahrungsaufnahme, es ist aber viel niedriger, als im Ruhezustand.

3 — Die allgemeine SDW grösse des Kohlenwasserstofffrühstücks ist bei der Ausführung körperlicher Arbeit geringer, als im Ruhezustand.

4. Die Dauer der SDW ist bei der Ausführung körperlicher Arbeit ebenfalls geringer, als im Ruhezustand.

5. Die Wiederherstellungsreaktion des Organismus in bezug auf den Sauerstoff verbessert sich nach dem Kohlenwasserstofffrühstück bei der Subtraktion von dem Wiederherstellungswechsel der O₂-Crössen im Ruhezustand und bei SDW. Diese Besserung progressiert im Laufe von 2—3 Stunden, worauf ein Umschwung eintritt: die Wiederherstellungsfähigkeit des Organismus beginnt abzunehmen.

6. Der „spezifische Arbeits Wechsel“ nach dem Kohlenwasserstofffrühstück (bei der Subtraktion von dem Gesamtwechsel des Ruhezustandwechsels auf nüchternen Magen die SDW des Kohlenwasserstoffwechsels im Ruhezustand) erweist sich zuerst als stark vermindert. Schon nach 0,5 Stunden nach der Nahrungsaufnahme beginnt aber dieser Wechsel sich zu vergrössern, und gegen Ende des Tages erreicht er wieder die Ausgangswerte und geht selbst über dieselben hinaus.

ЭРГОВЕЛОСИПЕД С МЕХАНИЧЕСКИМ ТОРМОЖЕНИЕМ ПО ПРИНЦИПУ PRONY

Н. С. Савченко

Из физиологической лаборатории (зав.—П. А. Некрасов) Ленинградского института организации, экономики и охраны труда

Одним из распространенных приборов для дозированной физической нагрузки является эрговелосипед. Удобство применения этого прибора заключается в том, что при его посредстве можно задать постоянную равномерную и ритмическую нагрузку как для верхней, так и для нижней половины тела. Преимущество этого эргометра то, что работа на нем характеризуется отсутствием холостых ходов и отрицательной работы. Последняя, сопровождая эксперименты на большинстве эргометров, является нежелательным компонентом, так как не может быть точно учитываема.

Эрговелосипеды, применяемые в настоящее время в лабораторной практике, могут быть разделены на 2 главных типа: первый — с электромагнитным и второй — с механическим торможением. Примером эрговелосипеда с электромагнитным торможением может служить прибор *Benedict*. Принцип устройства его заключается в следующем: с рамы обыкновенного велосипеда, неподвижно укрепленного на подставке, снимаются колеса. Вместо заднего колеса на втулку насаживается медный диск толщиной в 6 и диаметром 405 мм. Упомянутый диск заставляют вращаться посредством нажима на педали, как в обычном велосипеде. Для создания сопротивления вращению сторон диска на вилке рамы устанавливаются сильные электромагниты.

Пропуская постоянный ток различной величины, можно добиться торможения диска необходимой силы. Учет расхода тока дает возможность довольно точно рассчитать работу человека, потраченную на преодоление электромагнитного торможения.

Подобный эрговелосипед мог бы вполне удовлетворить экспериментатора, но трудности, лежащие на пути конструирования такого прибора, ограничивают его применение. Трудности эти заключаются главным образом в том, что невозможно произвести заранее точный расчет электромагнитов и вычислить количество затраченной работы, так как последняя не является линейной функцией скорости вращения.

Benedict обошел это препятствие, воспользовавшись калориметрической камерой, с помощью которой была составлена шкала работы, необходимой для преодоления электромагнитного торможения при данных электромагнитах, силе тока и скорости вращения медного диска.

К эрговелосипедам с механическим торможением относятся: прибор *Amag*, *Vello-gum Gluco* и прибор *Landois*, *Vellorim Gluco*, как прибор сложный и мало точный, в настоящее время почти не применяется.

Прибор *Amag*, построенный на принципе торможения по Лоланье, довольно распространен. Он также, как и все велосипеды подобного типа, укреплен неподвижно. На заднюю втулку насажено колесо с желобом на ободе. В желобе лежит стальная лента, укрепленная одним концом к пружинному динамометру, а другим концом свешивающаяся свободно с колеса. К свободному концу ленты прикрепляется груз. Последний, прижимая ленту к ободу колеса, при вращении его вызывает трение. Сила этого трения учитывается по показанию динамометра, а механическая работа, необходимая для преодоления трения, рассчитывается по формуле:

$$W = 2\pi rnp \quad (1)$$

где — $2\pi r$ — длина окружности заднего колеса,

n — число оборотов колеса и

p — сила трения на ободе его.

Как видно из описания, прибор этот прост и легко конструируем. Однако, применение его на практике осложняется тем, что пружина динамометра со временем частично теряет свои упругие свойства и кроме того тем, что изменение силы трения под влиянием нагрева трущихся поверхностей ведет к изменению количества работы.

Оба эти обстоятельства не дают возможности точно учитывать работу с помощью указанного тормоза и заставляет искать такой его конструкции, где бы изменение работы пружины обнаруживалось немедленно.

Krogh, желая избежать сложной градуировки эрговелосипеда с электромагнитным торможением, предложил свою модификацию эрговелосипеда, где силе электромагнитов противопоставлен момент веса. Для этого в противоположность Benedict, он поместил электромагниты на раму, укрепленную подвижно на одной оси с медным диском. При возбуждении токов Фуко между полюсами электромагнитов рама стремится к вращательным движениям вместе с диском. Для удержания ее в перпендикулярном положении применяют груз. Последний помещают на площадку, связанную рычагом с рамой. Таким образом, тяговая сила электромагнитов уравнивается моментом веса, и работа в конечном итоге подсчитывается по формуле πdpl , где πd — окружность диска, pl — момент веса.

Krogh сделал шаг от электромагнитных сил к механическим силам, но, сделав этот шаг, он свел значение электромагнитных сил в тормозе Benedict к окружному усилию, которое уравнивается моментом веса. Это без нужды усложнило уста-

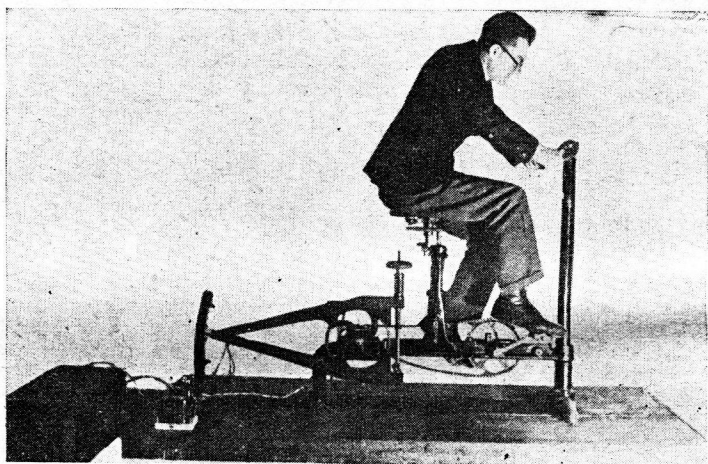


Рис. 1. Общий вид эрговелосипеда с механическим торможением по принципу Ргопу, конструкция Савченко.

новку, ибо окружное усилие значительно проще и дешевле создать силой трения. Последнее достигается с помощью нажима Ргопу [Радзиг, Левинсон].

Эрговелосипед с подобным торможением был сконструирован впервые Landois, но конструкция его тормоза оказалась мало чувствительной и не нашла себе применения.

В основу предлагаемого нами эрговелосипеда также положен принцип тормоза Ргопу. Для наших целей был применен тормоз для малых мощностей, сконструированный по схеме, заимствованной нами из гидротурбинного института в Ленинграде. Положительные качества примененного нами тормоза заключаются в том, что незначительные изменения в силе трения на ободе немедленно сказываются на равновесии системы и отмечаются по отклонению стрелки от нулевого положения. Это равновесие легко восстанавливается поворотом винтового зажима.

Общее устройство нашего эрговелосипеда следующее: в комнатном „велосипеде“ Sanitas¹ (рис. 1) удалены кривошип и чугунный диск,

¹ При конструировании нашего велосипеда мы воспользовались рамой комнатного велосипеда Sanitas. Эти велосипеды выпускались ранее берлинской фирмой Ellectricitätsgesellschaft, но могут быть легко изготовлены и в СССР. Они более подходят для лабораторных целей, чем обычные велосипеды.

сидящие на задней оси. Седло укрепляется неподвижно, но оно может по желанию экспериментатора подыматься, опускаться и двигаться вперед и назад. На задней оси, вместо тяжелого чугунного диска, укреплен шкив диаметром 240 мм (Ш) (рис. 2). Передача построена 1:4, т. е. один оборот педали дает 4 оборота шкива. На шкив надевается деревянный тормоз, имеющий шарнир 2 и две пружины d и e . Пружина d сжимает тормоз, а пружина e его ослабляет. Винт b регулирует работу пружин. Вследствие такого устройства тормоза изменения упругих свойств пружин и свойств трущихся поверхностей тормоза во время работы сказываются на положении стрелки a , которая немедленно может быть винтом поставлена на нулевое положение. Тормоз сбалансирован так, что задняя и передняя его части

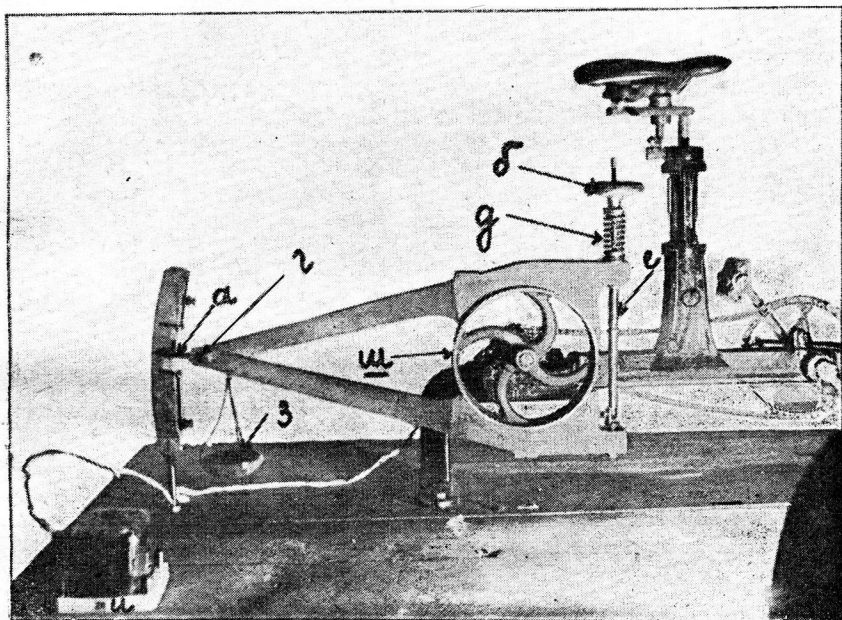


Рис. 2. Тормоз к эрговелосипеду с механическим торможением по принципу Prony.

уравновешены. Длина рычага l равна 50 см. На площадку тормоза z кладется различный груз p , в зависимости от необходимости. Нами употреблялся груз от 0,4 до 2,0 кг.

Для учета количества оборотов шкива на оси последнего укреплен эбонитовая втулка с медным контактом. При каждом обороте шкива контакт замыкает цепь электромагнитного счетчика u . Таким образом регистрируются обороты шкива или в конечном счете длина пути.

Расчет эффективной работы, учитываемой с помощью тормоза Prony (4), идет по формуле:

$$W = 2\pi n(P + p)l \quad (2)$$

где W — эффективная работа; n — количество оборотов шкива за данный отрезок времени, pl — момент веса рычага, Pl — момент веса груза.

Как отмечалось выше тормоз, употребляемый в наших опытах, был сбалансирован, в силу чего момент веса рычага pl выпадает.

Таким образом, работа, которую производит вращающийся шкив нашего „велосипеда“ за определенный промежуток времени, рассчитывалась по формуле:

$$W = 2\pi nPl \quad (3)$$

В силу того, что величина $2\pi l$ для данного прибора является постоянной $= K$, то конечная рабочая формула имеет вид:

$$W = KPn \quad (4)$$

В нашем случае $K = 3,14$, откуда $W = 3,14 Pn$. Добавочная работа, которая связана с приведением в действие педалей и цепной передачи без тормоза, может быть учтена по упомянутой формуле:

$$W = 2\pi rnp_1 = \pi dnp_1 \quad (1)$$

Для ее определения можно воспользоваться шкивом на задней оси без тормоза. Для этого на шкив наматывается шпагат и по силе (p_1), которую необходимо приложить к концу шпагата, чтобы заставить вращаться шкив, можно судить о работе, потребной для вращения ненагруженного эрговелосипеда

В нашем случае $p_1 = 0,1$ кг. В силу этого работа, потребная для поворота ненагруженного шкива на 360° , равняется:

$$W_2 = 2\pi rp_1 = 6,283 \cdot 0,12 \cdot 0,1 = 0,0754 \text{ кг/м} \quad (5)$$

Откуда:

$$W_1 = n \cdot 0,0754 \text{ кг/м}$$

Таким образом, все количество работы W_3 , которую нужно затратить человеку, чтобы привести в действие заторможенный эрговелосипед, будет равно:

$$W_3 = W + W_1 = (KP + 0,0754)n \quad (6)$$

Пример: Испытуемый за время t сделал $n = 1000$ оборотов шкива, заторможенного грузом $P = 1$ кг. В таком случае он проделал работу на эрговелосипеде равную:

$$W_3 = (3,1415 \cdot 1,0 + 0,0754) \cdot 1000 = 3216,9 \text{ кг/м}$$

При работе с прибором всегда необходимо знать ту погрешность, которая обусловлена конструкцией самого прибора. Как это видно из формул 1 и 4, погрешность будет зависеть от предела точности расчета l и d , а также от чувствительности прибора к нагрузкам ΔP и ΔP_1

В нашем приборе $l = 0,5 \text{ м} \pm 0,001$, а $d = 0,24 \text{ м} \pm 0,001$

Величины ΔP и ΔP_1 определены нами опытным путем. Они оказались равны: $\Delta P = \Delta P_1 = 0,01$ кг.

Определение этих величин ведется так же как определение чувствительности чашечных весов.

Итак мы имеем:

$$\Delta l = 0,001; \Delta d = 0,001; \Delta P = \Delta P_1 = 0,01 \text{ кг.}$$

Абсолютная максимальная погрешность ΔW_3 при одном обороте шкива согласно формулы (6) будет выражаться суммой погрешностей, получаемых при расчете W и W_1 . Согласно правил расчета погрешностей [Франк] ΔW и ΔW_1 выразятся так:

$$\Delta W = 2\pi(\Delta Pl + \Delta lP) \quad (7)$$

$$\Delta W_1 = \pi(\Delta dP_1 + \Delta P_1d) \quad (8)$$

Отсюда:

$$\Delta W_3 = \Delta W + \Delta W_1 = 2\pi(\Delta Pl + \Delta lP) + \pi(\Delta dP_1 + \Delta P_1d) \quad (9)$$

Как видно из формулы 9, абсолютная максимальная погрешность ΔW_3 , указывающая на ошибку в расчете выработанных подопытным лицом кг/м, является величиной переменной и зависящей от груза P .

Для приведенного выше случая с грузом в 1 кг:

$$\Delta W_3 = 2 \cdot 3,1415 (0,01 \cdot 0,5 + 0,001 \cdot 1) + 3 \cdot 1415 (0,001 \cdot 0,1 + 0,01 \cdot 0,24) = 0,0456 \text{ кг/м}$$

Суммарная работа, затраченная на 1 оборот педали, согласно расчета в приведенном выше примере, равна:

$$\frac{3216,9}{1000} = 3,2169 \text{ кг/м}$$

Отсюда относительная ошибка опыта, выраженная в ‰, составит

$$\frac{0,0456}{3,2169} \cdot 100 = 1,4\text{‰}.$$

Этот процент снизится при увеличении груза P и наоборот увеличится при его уменьшении.

На таблице 1 показаны величины потребной работы при обороте шкива на 360° и ‰ погрешностей, с которыми рассчитываются эти величины.

ТАБЛИЦА 1

P (в кг)	Количество заданной ра- боты при обо- роте шкива на 360° в кг/м	Процент по- грешностей расчета	P (в кг)	Количество затраченной работы при обороте шкива на 360° в кг/м	Процент по- грешностей расчета
0,4	1,3320	3,1	1,3	4,1594	1,1
0,5	1,6462	2,6	1,4	4,4735	1,1
0,6	1,9603	2,2	1,5	4,7877	1,0
0,7	2,2745	1,9	1,6	5,1018	1,0
0,8	2,5886	1,7	1,7	5,4160	0,9
0,9	2,9028	1,5	1,8	5,7301	0,9
1,0	3,2169	1,4	1,9	6,0443	0,8
1,1	3,5311	1,3	2,0	6,3584	0,8
1,2	3,8452	1,2			

Экспериментальные работы, поставленные светотехнической и физиологической лабораториями, показали полную применимость описываемого эрговелосипеда для целей дачи дозированных нагрузок на протяжении длительных отрезков времени. Но они также показали, что изменение физического состояния трущихся поверхностей и изменение упругих свойств пружины требуют непрерывного наблюдения за работой тормоза для регулировки постоянства нагрузки винтом b и смазки осей. Последнее можно делать автоматической подачей смазки, а еще лучше установкой шариковых подшипников. Внимательное наблюдение за работой тормоза искупается точностью и равномерностью нагрузки на протяжении всего опыта, чего в эрговелосипеде Амара добиться невозможно. При желании наш эрговелосипед в любой момент может быть переключен на торможение по

принципу Лоланье. Для этого необходимо лишь снять применяемый нами тормоз и взамен его вложить в желоб заднего колеса тормозную ленту с грузом и динамометром, как указано у Амара.

Единственный недостаток в нашем эрговелосипеде, о котором надо упомянуть, заключается в том, что на нем невозможно давать медленных ритмов. Мы работали с 60 оборотами педали и выше. Для получения точной работы с более медленными ритмами необходима добавочная коробка скоростей или маховичок на шкиву.

Поступило в редакцию
4 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

Амар, Ж. Человеческая машина, стр. 205 и 218, 2 изд. 1926. Benedict. Цит. по Abderhalden's Hdb. d. biol. Arbeitsmethod. Abt. 4. Teil O. H. 3, 1924. Krogh. Scand. Arch. f. Physiol. Bd. 13 S. 275, 1913. Landois. Цит. по Ж. Амар. Левинсон, то же, стр. 302, Госиздат, 1930. Радциг, А. Прикладная механика, стр. 104, Гостехиздат. Хвольсон, О. Д. Курс физики том I, стр. 634. 1923 г.

ERGOFAHRRAD MIT MECHANISCHER BREMSE NACH PRONY'S — PKINZIP

von N. S. Sawtschenko

Aus dem Physiologischen Laboratorium (Vorstand — P. A. Nekrassow) des Leningrader Instituts für Organisation und Schutz der Arbeit

Der Verfasser schlägt ein Ergofahrrad mit mechanischer Bremse nach dem Prinzip von Prony vor. Es unterscheidet sich von den übrigen Ergorädern mit mechanischer Bremse dadurch, dass bei Schnelligkeiten der Pedalwendungen von 60 und mehr die Beständigkeit der Belastung leicht erhalten bleibt wobei der Fehler der Abnählung der Bremsenarbeit dabei nicht 3,1% übertrifft.



Редактор С. М. Дионесов.

Технический редактор И. В. Чуринов.

Сдано в набор 5/X 1935 г.

Подписано к печати 22/XII 1935 г.

Ленбиомедгиз № 126/л.

Ленгорлит № 31305.

Тираж 2100 экз.

Заказ № 3026.

Формат бумаги 72 × 110.

16,4 авт. л.

(114912 тип. знаков в 1 бум. листе).

Бум. листов 5,5.

2-я типография „Печатный Двор“ треста „Полиграфкнига“. Ленинград. Гатчинская, 26.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1) Размер присылаемых для напечатания в „Физиол. журнале СССР им. Сеченова“ статей не должен превышать $\frac{3}{4}$ авторского листа (30 тыс. знаков, 16 страниц на машинке), включая таблицы и иллюстрации (все иллюстрации — диаграммы, миограммы и т. д. — именуются в тексте „рисунками“).

2) Рукописи должны быть четко переписаны на машинке на одной стороне листа и после перепечатки **обязательно проверены автором**. Вписывание отдельных фраз от руки не допускается.

3) К рукописям должно быть приложено резюме для перевода на один из иностранных языков.

4) Фамилии иностранных авторов в рукописях должны быть даны в оригинальной транскрипции и вписаны совершенно разборчиво (желательно печатными буквами).

5) Литературный указатель помещается обязательно в конце статей с соблюдением указанного в пункте 4.

6) Ввиду того, что несоблюдение указанных правил тормозит редактирование и печатание статей, рукописи, не отвечающие этим требованиям, будут возвращаться обратно для исправления.

7) Редакция оставляет за собой право сокращать статьи в случае надобности.

8) Редакция просит авторов в конце статей указывать свой адрес, а также свои имена и отчества (необходимо для перевода гонора по почте).

Рукописи направлять по следующим адресам:

- 1) Проф. И. П. Разенкову, Москва, Мал. Казенный пер., № 5, Физиологич. лаборатория ВИЭМ.
- 2) Проф. Б. И. Збарскому, Москва, Дом Правительства, кв. 28.
- 3) Д-ру С. М. Дионесову, Ленинград, 9. Пр. К. Маркса, д. № 7-а, кв. 11.
- 4) Акад. А. В. Палладину, Киев, Украинская Академия Наук.
- 5) Проф. Г. В. Фольборту, Харьков, Почтамт, п/ящ. 205.

Редакция

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

на **1936** год

Н А

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ СССР**
имени И. М. СЕЧЕНОВА



*Журнал выходит ежемесячно
книжками по 12 печ. листов в каждой*



Подписная цена на год (томы XX и XXI)—
30 рублей, на полгода—15 рублей



Подписка принимается во всех отделениях и
магазинах КОГИЗ и в почтовых учреждениях



== Тираж ограничен числом подписчиков ==

В розничную продажу журнал не поступает

Цена 2 р. 50 к.

142 0-д, 8
пр. Маклина, 32
ИХЕЛЬСОНУ Н.И.
-ка

Физиол. ж-л
УИ-ХП-85



745