

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. ДИОНЕСОВ (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. РАЗЕНКОВ, заслуж. деятель науки проф. А. Д. СПЕРАНСКИЙ, акад. А. А. УХТОМСКИЙ, Л. Н. ФЕДОРОВ (ответ. редакт.)

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. | 3) Эволюционная физиология:
проф. Х. С. Коштоянц, проф. Е. М. Крепс. |
| 2) Физиология труда:
проф. К. М. Быков, проф. М. И. Виноградов, проф. Э. М. Каган, Д. И. Шатенштейн. | 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 4

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Ф. П. Майоров (Ленинград). Материалы по сравнительному изучению высшей нервной деятельности у высших и низших обезьян	781
С. Л. Левин (Ленинград). О влиянии хлорал-гидрата и других лекарственных веществ на условно-рефлекторную деятельность	804
А. И. Богословский, С. В. Кравков, Е. Н. Семеновская (Москва). Влияние места предварительного светового раздражения сетчатки на ход последующей световой и электрической чувствительности	814
С. В. Кравков (Москва). О влиянии слуховых раздражений на слитие мельканий	826
Е. Я. Гейман, Р. М. Куток и Е. Н. Морозова (Ленинград). Материалы по обмену веществ организма при обильном белковом питании. (Сообщ. IV. Окислительно-восстановительные процессы)	834
И. М. Вул, Л. Д. Кашевник, Н. Н. Лебедева и Ю. М. Уфлянд (Ленинград). Материалы по обмену веществ организма при обильном белковом питании. (Сообщ. V. Изменение хронаксии мышц)	847
М. И. Сапрохин (Ленинград). Влияние мышечной работы на желудочную секрецию	854
М. И. Сапрохин (Ленинград). Влияние мышечной работы на секреторную деятельность поджелудочной железы	866
Л. Г. Меркулов (Ленинград). Наркотики и секреторная функция кишечника. (Сообщ. I. Центральная регуляция кишечной секреции)	871
А. Л. Ярославцев (Ленинград). Специфические белки мышечной ткани. (Сообщ. I. Белковый состав скелетных мышц у кур и диких голубей)	883
Ф. Я. Беренштейн, М. К. Тищенко и Н. М. Шкляр (Каменец-Подольск). О биологической роли солей элементов, находящихся в организме в минимальных количествах. (Сообщ. I. К вопросу о влиянии солей марганца, кобальта, цинка и алюминия на организм птиц)	891
Ф. Я. Беренштейн (Каменец-Подольск). О биологической роли солей элементов, находящихся в организме в минимальных количествах. (Сообщ. II. К вопросу о влиянии солей кобальта, цинка, марганца и алюминия на каталазу крови)	901
Ф. Я. Беренштейн и М. И. Школьник (Каменец-Подольск). О биологической роли солей элементов, находящихся в организме в минимальных количествах. (Сообщ. III. К вопросу о влиянии солей никеля и кобальта на содержание сахара в крови)	907
Л. М. Краснянский (Москва). Упрощенный прибор для газометрического определения мочевины	913
И. З. Будинская, Е. А. Гречишкина и Л. М. Краснянский (Москва). Физиология пушных зверей. (Сообщ. I. Изучение состава и свойств мочи у серебристо-черных лисиц)	916
И. З. Будинская, Е. А. Гречишкина и Л. М. Краснянский (Москва). Физиология пушных зверей. (Сообщ. II. Изучение состава и свойств мочи у песцов)	922
П. М. Старков (Свердловск). Влияние тепловой лучистой энергии на кровяное давление	927
Е. К. Жуков (Ленинград). Повышается ли газообмен при тонусе?	933

п-1

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. ДИОНЕСОВ (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. редакт.)

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. Шатенштейн.</p> | <p>3) Эволюционная физиология:
проф. Х. С. Коштойанц, 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 4

инв. 1040

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

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ 1935 ОТДЕЛЕНИЕ

МАТЕРИАЛЫ ПО СРАВНИТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВЫСШЕЙ
НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ВЫСШИХ И НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН

Ф. П. Майоров

Из Сухумского субтропического филиала ВИЭМ

Данная работа была проведена в Сухумском обезьяньем питомнике в течение лета 1931 г. Целью исследования была сравнительная характеристика высшей нервной деятельности высших обезьян (антропоидов) и низших обезьян (собакоголовых). Удобнее было взять для этого изучение развития тормозных функций, как наиболее лабильных.

Для сравнения развития тормозных функций обезьян мы взяли последовательное торможение. Наша работа, таким образом, представляет изложение фактического материала по изучению последовательного торможения у высших и низших обезьян.

Объектами наших опытов, проводимых по методу условных рефлексов, были: orang-утан, шимпанзе, резус-лапудра и гамадрилла.

При изучении поведения обезьян по методу условных рефлексов постоянно приходится иметь дело с чрезвычайной сложностью условий, определяющих их высшую нервную деятельность. Экспериментатору приходится учитывать следующие обстоятельства: 1) род и вид обезьяны, 2) возраст, 3) пол, 4) степень акклиматизации и доместикации (т. е. одомашнивания и приручения) и 5) конкретные условия жизни подопытной обезьяны.

Данная работа представляет часть общей работы, произведенной группой научных сотрудников на 10 обезьянах.

В наших опытах мы применяли условную двигательную пищевую методику. Объективными показателями высшей нервной деятельности обезьян служили, во-первых, латентный период условной двигательной реакции (определявшийся с точностью до 1 сек.), во-вторых, характер самой условной пищевой двигательной реакции (объективно и точно описываемой экспериментатором). Кроме того, каждый раз учитывалось и отмечалось в протоколах поведение обезьяны в экспериментальной обстановке в целом. Уже после нескольких первых опытов реакции обезьян на условные раздражители делались более или менее стереотипными. Это давало нам возможность условно установить, учитывая индивидуальные особенности каждой обезьяны в отдельности, три степени условной двигательной реакции: сильную, среднюю и слабую.

В целях разработки методики изучения высшей нервной деятельности обезьян мы практиковали три варианта указанной двигательной пищевой методики.

1. Простая двигательная методика: учитываются латентный период и подбегание обезьяны к кормушке, как реакция в ответ на условный раздражитель.

2. Перекрестная двигательная методика, заключающаяся в том, что обезьяна в ответ на условный сигнал должна была перебегать из одной камеры в другую. Так, если обезьяна в момент действия условного раздражителя находилась в камере А, то она получала пищевое подкрепление в смежной камере Б, куда перебежала через качающийся висячий люк между обеими камерами, и, наоборот, если обезьяна в момент условного раздражения была в камере Б, то для получения подкрепления она перебежала к кормушке в камеру А. В этом варианте нашей методики учитывались те же показатели, что и при простой двигательной методике. Эта методика была впервые

применена на обезьянах А. О. Долиным в 1930 г. На подробном описании ее мы здесь не останавливаемся, так как оно дано в работах Долина и Майорова.¹

3. Двигательно-хватательная методика. Это — методика, применяющаяся проф. А. Г. Ивановым-Смоленским на детях. Подробное описание этого варианта методики приводится ниже. Здесь, кроме обычных показателей, учитывалась еще и сила хватательного рефлекса, выраженная в делениях прибора, предложенного Бронштейном.

Эти вариации двигательной методики не вносили существенной разницы в поведение обезьян в условиях экспериментальной обстановки. Во всех прочих отношениях наши опыты велись одинаково.

1. Опыты на оранг-утане „Боби“

Опыты на оранг-утане „Боби“ производились по простой двигательной методике. Для экспериментов была приспособлена клетка, в которой оранг-утан находился постоянно. Экспериментатор был отделен от обезьяны высокой толстой деревянной сплошной стенкой, в которой имелись отверстие для выдвигания бамбуковой кормушки и маленькие наблюдательные отверстия. Условные раздражители находились около экспериментатора. На все время опыта помещение закрывалось и в нем находились только экспериментатор и оранг-утан. В качестве пищевого подкрепления употреблялись фрукты (печеные яблоки, персики или груши).

Каждое подкрепление заключалось в даче одинаковых по величине кусочков фруктов. Оранг-утан „Боби“ — самец, имеющий более 8 лет, находится в питомнике с 13 октября 1928 г. Его вес — от 43 до 44 кг. До наших опытов „Боби“ был уже в работе по условным рефлексам у Л. Н. Воскресенского и в опытах А. О. Долина в 1930 г.

Условия опытов были следующие. Время изолированного действия условного раздражителя — 15 сек. После дачи еды условный раздражитель продолжался еще 10 сек. Интервалы между раздражениями были разные — от 2 до 10 мин., чтобы не вырабатывать условного рефлекса на время. Кормушка выдвигалась только для пищевого подкрепления и убиралась из отверстия после того, как еда была взята. Еду оранг-утан вынимал из кормушки обычно рукой. Опыт¹ продолжался не больше часа.

Первый условный рефлекс на 104 удара метронома в минуту (M_{104}) образовался на пятом сочетании и сразу же стал прочным. Второй условный рефлекс на тон до (тон С) образовался с первого же раза и стал прочным со второго применения. Характерен факт быстрого развития запаздывающего торможения: уже в 7-м опыте после 20 сочетаний „Боби“ стал подбегать с отверстием кормушки не сразу, как вначале, а только к концу 15-сек. действия условного положительного раздражителя.

Указанное явление было эпизодическим: оно исчезло, когда мы ввели дифференцировку. В качестве тормозного, дифференцировочного раздражителя был взят стук того же метронома другой частоты — 60 ударов в минуту (M_{60}). Дифференцировка образовалась с 6-го раза, нарек на дифференцирование был уже на 4-м разе. Мы считали дифференцировку „нулевой“, когда не было никаких проявлений положительной пищевой двигательной реакции. После своего образования дифференцировка не сразу сделалась прочной и „абсолютной“; мы имели в наших опытах непродолжительный период растормаживаний, что объяснялось наличием у всех обезьян чрезвычайно развитого ориентировочного рефлекса (исключить же абсолютно всякие посторонние раздражители мы не могли).

Но и в этот период дифференцировка несколько раз была полной. С 39-го раза дифференцировка перестала растормаживаться, в течение наших опытов она была повторена 117 раз и никогда не растормаживалась. В опыте дифференцировка употреблялась меньшее число раз, чем положительные раздражители.

¹ При описании всех опытов знаком + обозначается слабая, знаком ++ средняя и знаком +++ сильная положительная двигательная реакция, а знаком — дифференцировочная реакция.

Приводим два опыта из первого периода работы с „Боби“.

Опыт № 16

18/VII-31, Пищевое подкрепление — персик. Присутствует проф. Ю. П. Фролов. Опыт начат в 9 ч. 31 м. утра. „Боби“ некоторое время следит за Ю. П., потом не обращает на последнего внимания, так как Ю. П. сидит тихо и неподвижно.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Время раз- дражения	Интервал	Порядко- вый номер	Название усл. раздра- жителя	Период изо- лирован. действия	Период со- впадения усл. раздр. с едой	Латентный период	Усл. двиг. реакция	Примечание
9 ^h 37'	—	43	Тон С	15"	10"	3"	++	Пошел из прав. ближн. угла
9 40	3'	82	M ₁₀₄	15	10	12 *)	+	Лежит около правой стенки
	6							Повернулся к отверстию кормушки и чуть двинулся
9 46	—	83	M ₁₀₄	15	10	6	+	*) Была ориентиров. реакция на посторонний шум
9 50	4	40	M ₆₀	15	—	—	—	Повернулся к отверстию кормушки
9 53	3 1/2	44	Тон С	15	10	5	+	Остался неподвижен. При действии M ₆₀ закрывает глаза; начинает дремать
	5							Протирает глаза, скребет спину, слегка повернулся к отверстию кормушки. Еду взял сразу
9 58	—	45	Тон С	15	10	8	+	Слегка подремывает. Лежит на середине клетки
	2 1/2							Повернулся к отверстию кормушки
10 01	—	84	M ₁₀₄	15	10	3	++	Лежит около прав. стенки
10 05 1/2	4 1/2	41	M ₆₀	15	—	—	—	Повернулся и пододвинулся к отверстию кормушки
	1 1/2							Ориентировочн. реакция на 1—2". Остался в том же положении
10 07	—	85	M ₁₀₄	15	10	13	+	Лежит с открытыми глазами
10 11	4	42	M ₆₀	15	—	—	—	Повернулся к отверстию кормушки
								Лежит. Закрыв глаза

Как видно из приведенного опыта, дифференцировка была „нулевой“ все три раза. В этом опыте с самого начала „Боби“ был вялый, больше лежал. После дифференцировок сонливость увеличивалась, а на следующих за дифференцировкой положительных раздражителях наблюдалось запаздывающее торможение. Все это говорит за то, что на фоне сонливого состояния (бывшего у „Боби“ еще до опыта) получалась некоторая волна иррадиации дифференцировочного торможения (оп. № 17, см. на след. стр.).

В этом опыте „Боби“ был с самого начала более оживленным, и условная двигательная реакция была выражена сильнее и наступала быстрее.

Как видно из двух определенных опытов, а также и из других этого периода работы, мы наблюдали, как временное явление, некоторое усиление запаздывания двигательной реакции на положитель-

ные сигналы, особенно после дифференцировок. Это явление связано было с введением дифференцировки и скоро исчезло. Надо полагать, что с упрочением дифференцировки она делалась более и более концентрированной и переставала давать иррадиацию и последовательное торможение.

Опыт № 17

19/VII-31. Опыт начат в 11 ч. 40 м. утра. „Боби“ лежит в правом ближнем углу.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
11 ^h 47'		86	M ₁₀₄	15''	10''	4''	+++	Перевернулся и пошел к отверстию кормушки
11 50 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂ '	46	Тон С	15	10	6	++	• Лежит там же
11 55 ¹ / ₂	5	43	M ₆₀	15	—	—	—	Двинулся к отв. кормушки
								Лежит там же
								Остался в том же положении
11 58 ¹ / ₂	3	87	M ₁₀₄	15	10	12 ¹	++	Лежит там же
	2 ¹ / ₂							Двинулся к отв. кормушки
12 01		47	Тон С	15	10	4	++	Лежит там же
								Двинулся к отв. кормушки
12 05	4	88	M ₁₀₄	15	10	4	++	Лежит в прав. ближн. углу
								Поднялся и двинулся к отв. кормушки
12 08	3	44	M ₆₀	15	—	—	—	Лежит там же
								Остался неподвижен
12 11	3	89	M _{1,4}	15	10	3	+++	Лежит там же
	2 ¹ / ₂							Покатился кубарем к отв. кормушки
12 13 ¹ / ₂		48	Тон С	15	10	4	+++	Лежит там же
								Подождал и смотрит в отв. кормушки
12 16	2 ¹ / ₂	90	M ₁₀₄	15	10	2	+++	Лежит на середине
								Быстро пододвинулся к отв. кормушки

Ел хорошо. Опыт окончен в 12 час. 20 мин.

После того как мы убедились в прочности дифференцировки и в отсутствии последовательного торможения на применяемых нами интервалах, мы приступили к первой серии испытаний на последовательное торможение после дифференцировки M₆₀.

В течение одного такого опыта нами делались 1-2-3 пробы на последовательное торможение; сравнивалось действие условного положительного раздражителя до дифференцировки и после нее, имея в виду величину латентного периода и силу условной двигательной реакции. В первой серии этих опытов положительный раздражитель применялся через 45 секунд после прекращения дифференцировочного раздражителя. В ряде опытов мы имели 18 таких проб. Если откинуть из них две пробы неудачных из-за вмешательства внешнего торможения в момент действия положительного раздражителя, поставленного после дифференцировки, то на взятом нами интервале в 45 сек. мы констатировали во всех случаях отсутствие всякого последовательного торможения. Для иллюстрации этого положения ниже приводятся два примерных опыта.

¹ В этом случае мы имеем развитие запаздывающего торможения, чему, возможно, содействовала некоторая иррадиация торможения после дифференцировки.

Как видно из этого протокола, в обоих случаях испытаний мы не имели последовательного торможения.

В данном опыте также нет последовательного торможения как при пробе M_{104} , так и при пробе тона С.

В этой серии опытов мы не видим последовательного торможения ни при специальных испытаниях с интервалом в 45 сек., ни на обычных интервалах. Больше того, у нас здесь было несколько фактов положительной индукции на интервале в 45 сек., а также и на интервалах в 2,3 и 4 мин.

Опыт № 24

29/VII-31. Подкрепление — кусочки персика. „Боби“ немного вялый, лежит в прав. ближн. углу. Опыт начат в 12 час. 14 мин.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
12 ^h 18'		120	M_{104}	15"	10"	3"	++	Повернулся и лег ближе к отверстию кормушки
12 23	5'	67	Тон С	15	10	3	++	Лежит на середине
	6							Повернулся и лег ближе к отв. кормушки
12 29		121	M_{104}	15	10	3	+	Лежит на середине и сосет лапу
	7							Продолжает сосать лапу, к отв. кормушки подошел на 14"
12 36		122	M_{104}	15	10	2 $\frac{1}{2}$	+++	Сидит у правой стены
	4							Быстро пошел к отв. кормушки, полез в него рукой
12 40		68	M_{60}	15	—	—	—	Лежит на середине
	1 ¹							Только мельком (на 8"), взглянул и остался в том же положении
12 41		123	M_{104}	15	10	3	++	Лежит там же
	4							Подвинулся ближе к отв. кормушки и протянул руку
12 45		68	Тон С	15	10	2	+++	Находится в правом дальнем углу
	3							Быстро пошел к отв. кормушки
12 48		124	M_{104}	15	10	2	+++	Лежит на полке
	8							Быстро слез к отверстию кормушки
12 56		69	M_{60}	15	—	—	—	Лежит на середине
	1 ¹							Остался на месте
12 57		125	M_{104}	15	10	2	+++	Лежит на середине
	3							Быстро подошел к самому отверстию кормушки
1 00		69	Тон С	15	10	2	++	Лежит в прав. ближнем углу
								Повернулся и приблизился к отв. кормушки

Опыт окончен в 1 час. 05 мин.

Чтобы исключить выработку условного рефлекса на порядок раздражителей, мы иногда брали через 45 сек. после M_{60} опять этот же тормозной раздражитель. Растормаживания не было ни разу. Испытываемые же через 45 сек. после такого двойного применения дифферен-

¹ Обозначенный интервал 1 мин. считается от начала раздражителя; таким образом истинный интервал равен 45 сек.

Опыт № 31

5/VIII-31. Опыт начат в 1 час дня. Присутствует д-р Г. Г. Куватов. Подкрепление — персик. „Боби“ — игривый и лежит около правой стены.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI
1 ^h 04'		97	Тон С	15"	10"	2"	+++	Быстро кубарем подкатился к отверстию кормушки
	1/2'							Лежит на перекладине у потолка
1 07 1/2		157	M ₁₀₄	15	10	2	+++	Стремительно спустился к отв. кормушки
	5 1/2							Лежит около правой стенки
1 13		92	M ₆₀	15	10	—	—	Ориентировочн. реакция на 1"
	1							Лежит так же
1 14		158	M ₁₀₄	15	10	3	+++	Повернулся, приблизился, лезет рукой
	3							Лежит около правой стороны
1 17		98	Тон С	15	10	2	+++	Быстро повернулся и лезет рукой в отв. кормушки
	5							Лежит около правой стороны
1 22		93	M ₆₀	15	10	—	—	В том же положении
	4							Занят отломанными щепками
1 26		159	M ₁₀₄	15	10	2	+	Грызет щепки
	7							Экспериментатор вышел, предложил „Боби“ кусочек персика в „обмен“ на щепки. „Боби“ одной рукой отдал все щепки, другой рукой взял „выкуп“. Пьет собственную мочу. Лежит на полке
1 33		160	M ₁₀₄	15	10	3	+++	Быстро спустился вниз к отв. кормушки
	3							Сидит в правом ближн. углу
1 36		99	Тон С	15	10	3	++	Повернулся и протянул руку в отв. кормушки
	4							Лежит у правой стенки
1 40		94	M ₆₀	15	10	—	—	На месте
	1							В том же положении
1 41		100	Тон С	15	10	3	+++	Быстро повернулся и протянул руку к отв. кормушки
	4							Лежит около правой стены
1 43		101	Тон С	15	10	2	+++	Быстро подкатился к отв. кормушки. Ел хорошо

цировки положительные раздражители не обнаруживали последовательного торможения.

Между нашими пробами на последовательное торможение в пределах одного и того же опыта употреблялся для контроля и обычный порядок положительных и тормозных раздражителей (как это видно из уже приведенных протоколов). Кроме того, описанные испытания,

¹ Слабую интенсиность положительной двигательной реакции в данном случае надо объяснить не последовательным торможением от дифференцировки, а наличием внешнего торможения (грыз щепки).

как в этой серии опытов, так и в последующих, проводились не подряд в каждом опыте.

Следующая серия испытаний происходила с интервалом в 30 сек. В опытах этой серии была произведена 21 проба на последовательное торможение. Из них три надо считать случайно неудавшимися из-за вмешательства внешнего торможения, т. е. постороннего раздражителя, в момент применения положительного раздражения. Результат остальных 18 проб распределяется таким образом: в 12 случаях имелось полное отсутствие последовательного торможения, а в 6 последовательное торможение было налицо. Чем же объяснить такой противоположный результат?

Дело объясняется легко. Все 12 случаев отсутствия последовательного торможения приходятся на те опыты, когда оранг-утан „Боби“ находился во вполне бодром состоянии, и, наоборот, все 6 случаев наличия последовательного торможения падают на те дни, когда у „Боби“, было вялое, сонливое состояние. Эти колебания жизненного тонуса нами всегда учитывались и отмечались в протоколах перед началом опыта. С точки зрения современной физиологии высшей нервной деятельности эти факты совершенно понятны. Условная реакция на один и тот же раздражитель будет различна и даже противоположна в зависимости от состояния центральной нервной системы и тонуса коры больших полушарий. В случаях бодрого состояния оранг-утана тормозной раздражитель не имел объективных условий для иррадиации торможения, наоборот, получалась концентрация дифференцировочного торможения. В случаях же вялого и сонливого состояния оранг-утана тормозной раздражитель действовал на кору, уже находившуюся в состоянии некоторого иррадированного сонного торможения. Складывавшееся при этих условиях взаимодействие дифференцировочного торможения и иррадированного сонного торможения вело к суммации торможения и обнаружению этого в виде последовательного торможения. В работах школы акад. И. П. Павлова отмечено много таких фактов противоположного действия дифференцировок в зависимости от указанных обстоятельств. Из наших наблюдений было видно, что в случаях сонливого состояния оно после применения дифференцировки увеличивалось: все объективное поведение оранг-утана говорило за происходившую иррадиацию торможения. Так как дифференцировка применялась очень короткое время — 15 сек., то этого времени, повидимому, было недостаточно для развития процесса концентрации торможения.

Наше объяснение подтверждается еще следующими соображениями. Мы имели несколько опытов, в которых указанный эмоциональный жизненный тонус „Боби“ менялся. Так, в первой половине опыта он был вялым и сонливым, а к концу опыта становился бодрым, оживленным, и наоборот. Произведенные в течение таких опытов пробы на последовательное торможение были обратны по своим результатам в зависимости от изменившегося состояния животного. В той части опыта, где было сонливое состояние, такое испытание давало заметное последовательное торможение, в другой же части опыта, где не было сонливости, такое же испытание при прочих равных условиях показывало полное отсутствие последовательного торможения.

Для более конкретной характеристики второй серии опытов приводим несколько протоколов.

В опыте № 38 „Боби“ был все время бодрым, оживленным. Обе пробы показали отсутствие всякого последовательного торможения после M_{60} , во втором случае даже имеется положительная

индукция: пищевая двигательная реакция после дифференцировки по сравнению с той, которая была перед дифференцировкой, при строго равных условиях, оказалась заметно акцентуированной, что было ясно не только для экспериментатора, но и для присутствовавшего на опыте свидетеля. В упомянутом опыте было несколько случаев внешнего торможения, понятных из чтения самого протокола. Не было никакого последовательного торможения и на большем интервале в $5\frac{1}{2}$ мин.

Приводим дальше в качестве примера один опыт при вялом состоянии оранг-утана.

Опыт № 37

12/VIII-31. Опыт начат в 9 час. 25 мин. „Боби“ вялый. Подкрепление — персик.
Сидит на середине.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
9 ^b 29'		123	Тон С	15"	10"	2"	+++	Повернулся и быстро подошел, лезет пальцем в отверстие кормушки
	3'							Пьет мочу. Ориентировочн. реакция на окно
9 32		191	M ₁₀₄	15	10	—	—	Продолжает смотреть в окно. Пошел на стук кормушки
	2'							Смотрит вниз под пол
9 34		192	M ₁₀₄	15	10	—	—	Продолжает смотреть под пол. Пошел на стук кормушки
	3'							Сидит у правой стенки
9 37		124	Тон С	15	10	2	++	Повернулся и лег около отверстия кормушки
	4'							Лежит на середине
9 41	45"	111	M ₆₀	15	—	—	—	Лежит там же
9 41 45"		145	Тон С	15	10	—	—	Лежит там же
	5' 15"							Лежит, не оборачиваясь. Пошел на кормушку
9 47		126	Тон С	15	10	2"	++	Сидит в левом ближнем углу
	4 $\frac{1}{2}$ '							Повернулся и смотрит в сторону отв. кормушки
9 51 $\frac{1}{2}$		193	M ₁₀₄	15	10	2"	+++	Сосет лапу, обмокнутую в моче. Сидит на полке
	3 $\frac{1}{2}$ '							Быстро слез вниз к отв. кормушки
9 55		112	M ₆₀	15	—	—	—	Сидит на полке
	45"							Остался в том же положении
9 55 45"		194	M ₁₀₄	15	10	11	+++	После задержки на месте стал быстро слезать вниз
	3' 15"							Лежит на полке
9 59		195	M ₁₀₄	15	10	2	+++	Быстро слез вниз к отверстию кормушки

В этом опыте в обоих случаях испытания на последовательное торможение мы видели через 30 сек. после дифференцировки отчетливый эффект последовательного торможения: в первом случае на тон С была полная задержка условной двигательной реакции, во втором случае M₁₀₄ имелось удлинение латентного периода до 11 сек. Никаких посторонних раздражителей в это время, конечно, не было.

Опыт № 38

14/VIII-31. Опыт начат в 9 час. 15 мин. Присутствует д-р А. А. Ющенко. „Боби“ оживленный. Подкрепление — куски печеного яблока. Лежит в правом дальнем углу.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
9 ^h 18'		196	M ₁₆₄	15"	10"	2"	++	Быстро пошел, но задержался у остатков еды на 2—3"
	3'							Сидит в правом дальнем углу. Что-то сосет
9 21		127	Тон С	15	10	5	+++	Быстро подошел к отверстию кормушки
	4'							Зеваает. Лежит в углу. Щиплет шерсть
9 25		197	M ₁₀₄	15	10	—	—	Побежал только на стук кормушки. (Внешнее торможение)
	2 1/2'							Лежит в правом дальнем углу, щиплет шерсть
9 27 1/2		128	Тон С	15	10	4	+++	Побежал к отв. кормушки
9 30	2 1/2'	113	M ₆₀	15	—	—	—	Сидит в том же углу
	45" 1							Остался на том же месте
9 30 45"		129	Тон С	15	10	2	+++	В том же положении
	4' 15"							Быстро подошел к отв. кормушки
9 35		198	M ₁₀₄	15	10	2	+++	Лежит плашмя у дальней стенки
	3 1/2'							Двинулся вперед на 2", на 7" кубарем покатился к отв. кормушки
9 38 1/2		114	M ₆₀	15	—	—	—	Лезет на полку и слезает. Играет. Валяется у дальней стенки
	5 1/2'							Мельком посмотрел, но остался на месте
9 44		199	M ₁₀₄	15	10	3	+++	Лежит в правом дальнем углу
	2 1/2'							Полетел кубарем к отв. кормушки
9 46 1/2		130	Тон С	15	10	3	+++	Висит на передней стенке
	5 1/2'							Посмотрел вниз и слез, рукой лезет к отв. кормушки. Лазают по решеткам
9 52		200	M ₁₀₄	15	10	6	+++	Висит на левой стенке у потолка
	2 1/2'							Быстро спустился вниз
9 54 1/2		201	M ₁₀₄	15	10	3	++	Лег в правом ближнем углу
	3 1/2'							Протянул руку к отв. кормушки
9 58		115	M ₆₀	15	10	—	—	Лежит в правом ближнем углу
	45"							Лежит так же
9 58 45"		202	M ₁₀₄	15	10	2	+++	В том же положении
	2' 45"							Быстро притянул руку и лезет в отверстие кормушки
10 01 1/2		131	Тон С	15	10	3	+++	Лежит в правом ближнем углу
								Быстро повернулся и подвинулся к отв. кормушки, лезет рукой

45" — интервал, считая от начала раздражителя, истинный интервал здесь равен 30"

Опыт № 40

16/VIII-31. Опыт начат в 9 час. 12 мин. Подкрепление — куски печеного яблока.

Сидит на полке.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
9 ^h 16'		209	M ₁₀₄	15"	10"	3"	++	Свесил голову вниз, потом слез
	3'							Лежит около прав. ближн. угла
9 19		136	Тон С	15	10	3	++	Повернулся и протянул руку
	7'							Лежит в прав. ближнем углу
9 26		210	M ₁₀₄	15	10	3	++	Протянул руку к отв. кормушки
	4'							Сидит в том же углу
9 30		118	M ₆₀	15	—	—	—	Взглянул мельком
	45"							Разлегся в прав. ближнем углу
9 30 45"		211	M ₁₀₄	15	10	2	++	Быстро протянул руку и лезет ею в отверстие кормушки
	3' 45"							Сидит в правом ближнем углу
9 34 ¹ / ₂		212	M ₁₀₄	15	10	3	++	Повернулся к отв. кормушки
	2 ¹ / ₂ '							Копаются в том же углу
9 37		119	M ₆₀	15	—	—	—	В том же положении
	7'							Пьет мочу. Сосет скорлупу ореха. Экспериментатор выходил наружу к orang-утану и произвел обычным безмолвным порядком „обмен“ кусочка яблока на орех. Сидит спокойно у правой стены
9 44		137	Тон С	15	10	2	+++	Подошел к отв. кормушки
	3'							Сидит на середине у лужи мочи
9 47		213	M ₁₀₄	15	10	4	+++	Сначала лизнул мочу, потом быстро подошел к отв. кормушки
	4'							Ходит около дальней стены
9 51		138	Тон С	15	10	3	+++	Подошел к отв. кормушки, протягивая вперед губы
	3'							Валяется у дальней стены. Вялый
9 54		120	M ₆₀	15	—	—	—	Валяется у дальней стены
	45"							Там же
9 54 43"		139	Тон С	15	10	3—14	+	С 3" смотрит, двинулся к отв. кормушки только на 14"
	3' 15"							Лежит там же, так же
9 58		140	Тон С	15	10	5	+++	Подкатился кубарем к отв. кормушки
	4'							Сидит у дальней стенки. Сонлив
10 02		121	M ₆₀	15	—	—	—	Лежит у той же стены
								Там же
10 02 45"		141	Тон С	15	10	14	+	Сонливость
	45"							Посмотрел на 14". Подошел только на самую кормушку

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
10 ^h 05'	2' 45''	142	Тон С	15''	10''	—	—	Лежит комком у дальней стены с закрытыми глазами Продолжает лежать. Встал и пошел на выдвигание кормушки

Ел хорошо. В конце опыта свернулся в клубок, закрыл глаза и спит

Кроме того, в приведенном опыте имело место два раза внешнее торможение, что видно из протокола.

Наконец, мы помещаем протокол опыта № 40, из которого видно, как меняется эффект последовательного торможения в зависимости от изменения общего тонуса оранг-утана. В начале этого опыта оранг-утан был в бодром состоянии, и наша проба показала отсутствие последовательного торможения. К концу опыта стало усиливаться вялое и сонливое состояние, и сделанные на этом фоне разлитого торможения коры пробы показали наличие последовательного торможения.

Первая проба, произведенная в то время, когда сонливости еще не было, дала отсутствие последовательного торможения. Вторая и третья пробы, сделанные тогда, когда начала усиливаться сонливость „Боби“, показали заметное последовательное торможение. В самом конце опыта мы имеем отсутствие положительной реакции на тон С в силу развития сонного торможения.

Итак, вторая серия испытания последовательного торможения, в большинстве случаев при бодром состоянии животного, обнаружила отсутствие последовательного торможения на интервале в 30 сек. и даже иногда положительную индукцию; меньшинство случаев (6) падает на опыты при вялом и сонливом состоянии оранг-утана, когда мы констатировали последовательное торможение.

Третья серия опытов на оранг-утане заключалась в попытке определить относительный предел времени последовательного торможения, т. е. установить тот промежуток времени после дифференцировки, на котором последовательное торможение начинает проявляться.

Сначала были сделаны две пробы с самым коротким интервалом в 15 сек. Приводим выдержку из опыта № 48.

Опыт № 48

„Боби“ несколько вяловат, лежит на середине клетки.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
12 ^h 22'		259	M ₁₀₄	15''	10''	2''	++	Подкатился, потом задержался на пути, лезет обеими руками в отверстие кормушки
12 27	5'	147	M ₆₀	15	—	—	—	Лежит на середине
12 27 15''	15''	260	M ₁₀₄	15	10	—	—	Так же Там же
12 30	2' 45''	261	M ₁₀₄	15	10	3	+++	Не двинулся. Подошел на кормушку
								Лежит у правой стены Быстро пододвинулся и полез рукой

Здесь на M_{104} через 15 сек. после M_{60} не было никакой условно-двигательной реакции.

Второе испытание на интервале в 15 сек. сделано было в следующем опыте.

Выдержка из протокола опыта № 49

25/VIII-31. „Боби“ очень оживленный.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1 ^h 25'		265	M_{104}	15"	10"	2"	+++	Сел на ближнюю лестницу Быстро, с пищевыми звуками, подбежал к отв. кормушки Лазает, отломал зубами щепку и держит ее во рту Экспериментатор выходил наружу к „Боби“ и обычным порядком произвел „обмен“ яблока на щепку Лежит на середине
1 34	9'	148	M_{60}	15	—	—	—	Лежит там же
1 35 30"	15"	265	M_{104}	15	10	6	++	Лежит там же Повернулся и подлез к отверстию кормушки
	2 $\frac{1}{2}$ '							Уселся в прав. ближнем углу
1 37		266	M_{104}	15	10	3	++	Лезет рукой к отверстию кормушки
	2 $\frac{1}{2}$ '							Сидит в правом ближнем углу
1 39 $\frac{1}{2}$		179	Тон С	15	10	2	+++	Повернулся, пододвинулся и лезет рукой в отверстие кормушки
	4'							Висит наверху в левом ближнем углу
1 43 $\frac{1}{2}$	3'	149	M_{60}	15	—	—	—	Остался там же
1 46 $\frac{1}{2}$		180	Тон С	15	10	3	++	Висит на левой решетке, смотрит через окно в сад Подожел к отверстию кормушки

В данном опыте мы также имели последовательное торможение на интервале в 15 сек.; оно выразилось в некотором удлинении латентного периода и в ослаблении самой двигательной реакции. В этом опыте последовательное торможение выражено несколько слабее, чем в опыте № 48; это обстоятельство объясняется более возбужденным состоянием оранг-утана.

Таким образом через 15 сек. после дифференцировки последовательное торможение еще сказывалось.

В дальнейшем опыте (№ 50) мы испытали последовательное торможение: через 20 сек. и через 25 сек. Проба с интервалом в 20 сек. дала сильное последовательное торможение: условного положительного рефлекса совсем не было. Испытание на 25 сек., произведенное при тех же условиях, не обнаружило последовательного торможения.

Этот предел последовательного торможения, конечно, имеет чрезвычайно относительное значение, так как колеблется в зависимости

Опыт № 53

30/III-31. Подкрепление — печеное яблоко. В начале опыта был дан обычный ряд положительных и тормазных раздражителей. „Боби“ вялый.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
10 ^h 36'		191	Тон С	15"	10"	2"	++	Сидит в правом ближнем углу Протянул руку, повернул немного голову к отв. кормушки Сидит в правом ближнем углу
10 39		192 1	Тон С	15	—	3	++	Протянул руку и повернул голову. Убрал руку через 35" после тона Не подкрепляется Лежит в правом ближнем углу
10 42	3'	193/2	Тон С	15	—	—	—	Чешется, остался на месте Лежит в правом ближнем углу
10 45		194/3	Тон С	15	—	3	++	Протянул руку к отв. кормушки. По прекращении тона лезет рукой и заглядывает в отверстие кормушки
	3							Отошел через 25". „Боби“ стал оживленным. Лежит в правом ближнем углу
10 48		195/4	Тон С	15	—	4	++	Протянул руку и отнял через 13" после прекращения тона
10 51		196/5	Тон С	15	—	4	+++	Сидит там же. Ушел к первой лестнице Ушел к первой лестнице. Подкатился к отверстию кормушки. Заглядывал в отверстие кормушки
	3							Отошел через 30". Залез наверх на решетку над перегородкой и плюет на экспериментатора
10 54		197/6	Тон С	15	—	10	++	Протянул руку, потом заглянул мельком Ушел, бегае по клетке. Залез на полку
10 57		198/7	Тон С	15	—	13	+	Взглянул в сторону отверстия кормушки, но остался на месте
	3							Раскачивается на перекладинах. Катается по полу. Пьет мочу.
10 00		199/8	Тон С	15	—	8	++	Подошел к отверстию кормушки и посмотрел. На 16" после тона убежал пить мочу
11 03		200/9	Тон С	15	—	9	+++	Сидит на середине клетки Подошел к отверстию кормушки. Через 15" после тона отошел. Издае пищевой звук.
	3							Возится на середине около лужи мочи

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
11 ^h 06'		201/10	Тон С	15"	—	14"	+	Только взглянул на 14", остался на месте
11 09	3'	202/11	Тон С	15	—	5	+	Возится на середине около мочи, грызет скорлупу ореха Смотрит в направлении отверстия кормушки, оста- ваясь на месте
11 12	3	203/12	Тон С	15	—	7	+	Пьет мочу. Залез на полку. Слез в прав. ближний угол, грызет скорлупу ореха
11 15	3	204/13	Тон С	15	—	—	—	Взглянул в сторону экспе- риментатора
11 18	3	205/14	Тон С	15	—	4	++	Ушел на верх левой ре- шетки
11 21	3	206/15	Тон С	15	—	6	+	Ориентир. реакция в сто- рону отверстия кормушки
11 24	3	207/16	Тон С	15	—	—	—	Остался там же
11 27	3	208/17	Тон С	15	—	—	—	Сидит на середине клетки
11 30	3	209/18	Тон С	15	—	—	—	Во рту скорлупа
11 33	3	291	M ₁₀₄	20	10"	5—17"	++	Медленно подошел к отв. кормушки. Сейчас же ото- шел прочь
11 36	3	292	M ₁₀₄	15	10	5	+++	Улегся спокойно в прав. ближнем углу
11 39	3	210	Тон С	15	10	7	++	Протянул руку и убрал через 9"
11 42		211	Тон С	15	10	2	+++	Лежит в том же углу Зашевелился, но остался на месте
								Закрыв глаза рукой Лежит в том же углу
								В том же положении
								Там же
								Лежит на двигающ
								В том же месте
								На 5" поднял руку вверх, на 17" подошел к отверстию кормушки
								Подкреплено
								В прав. ближн. углу
								На 5" повернул голову, потом подошел к отв. кор- мушки и смотрит в него
								Подкреплено
								Уселся на нижней пере- кладине
								Медленно подошел к от- верстию кормушки
								Подкреплено
								Сидит на середине
								Быстро подошел к отв. кормушки
								Подкреплено

от целого ряда обстоятельств: от общего состояния животного и то-
нуса его коры, от тренировки и т. д.

В заключение наших экспериментов с „Боби“ был поставлен один
опыт (№ 53) с угашением тона С. Этот опыт был нами сделан с целью по-
смотреть последовательное торможение после угашения. Опыт пред-
ставляет, кроме того, интерес с точки зрения особенностей поведе-
ния orang-утана. Было применено прерывистое угашение с интервалом

в 3 мин. В первой части опыта производилось обычное применение условных положительных и тормозных раздражителей, во второй части — через каждые 3 мин. действовал положительный раздражитель, тон С, и не подкреплялся. После полного угашения до 3 „нулей“ применялся тоже через каждые 3 мин. другой положительный раздражитель M_{104} , чтобы установить степень распространения на него угасательного торможения и скорость его восстановления.

2. Опыты на резус-лапундре „Тоби“

„Тоби“ — небольшая обезьяна, самец, весом около 8 кг, 9—10 лет. В 1930 г. находилась в опытах по условным рефлексам у А. О. Долина, потом у меня.

Опыты на „Тоби“ велись параллельно опытам на оранг-утане. Методика применялась двигательного-хватательная. Учитывались латентный период условной пищевой двигательной реакции, характер самой двигательной реакции и, кроме того, сила условного хватательного рефлекса при помощи специального прибора — рефлексометра Бронштейна. Обезьяна могла получить еду только после сжатия резинового баллона, давление последнего одновременно передавалось на рефлексометр и открывало отверстие кормушки, после чего кусочек фрукта вылетал в чашку кормушки, находившуюся перед обезьяной.

Обычно применяемый на детях вариант этой двигательного-хватательной методики здесь оказался непригодным: в первый же опыт обезьяна разорвала зубами наш резиновый баллон, плотно прикрепленный к стенке брезентовым мешком.

Пришлось ввести техническое видоизменение: резиновый баллон был помещен на другой стороне стенки (со стороны экспериментатора), а со стороны клетки была сделана небольшая металлическая ручка: если обезьяна тянула к себе ручку, то сжимался баллон и выскакивала пища. Эта металлическая ручка была устроена так, чтобы ее можно было схватить только рукой и по возможности одной: ручка находилась на некотором расстоянии от входившей в клетку чашки кормушки, так что часто обезьяна правой рукой тянула за ручку, а левую руку протягивала к чашке, чтобы взять пищу. После того как у „Тоби“ образовался условный хватательный рефлекс, а это произошло в первый же опыт, нам пришлось вырабатывать условную связь наших раздражителей с хватанием ручки: еда выскакивала из кормушки только в тех случаях хватания ручки, которые совпадали с действием нашего условного раздражителя. На это дело пришлось потратить некоторое время, так как обезьяна часто подходила сама к ручке и ее тянула, в этих случаях она пищевого подкрепления не получала.

Первый условный рефлекс на M_{104} образовался (а вернее сказать — восстановился, так как он был выработан еще в предыдущем году) с 4-го раза. Второй условный рефлекс на тон С образовался с 1-го раза. Дифференцировка на M_{60} образовалась с 34-го раза. Образование дифференцировки сопровождалось сильным последовательным торможением и в некоторых случаях развитием сна. Дифференцировка у „Тоби“ в отличие от оранг-утана нередко давала растормаживания. Это обстоятельство стоит в связи с индивидуальностью данной обезьяны, и никаких выводов в данном отношении о прочности дифференцировочного торможения у оранг-утана и резус-лапундры делать, конечно, нельзя.

Приводим один протокол из первого периода работы „Тоби“ (оп. № 20).

В этом опыте мы впервые получили полную дифференцировку (на 34-м разе), в остальные два применения (35 и 36-е) дифференцировка была тоже полной, дала сильное последовательное торможение, наблюдалась иррадиация дифференцировочного торможения в сонное. Условный раздражитель действовал всего 15 сек.; период изолированного действия условного раздражителя был всегда меньше 15 сек., так как обезьяна получала еду тотчас же, как хватала ручку. Цифры хватательного рефлекса даны в делениях шкалы рефлексометра (полный круг шкалы равен 100) (см. графу VIIIa).

Недостаток хватательной методики заключается в том, что если обезьяна не бежит в ответ на условный сигнал и не тянет сама за ручку, то для того чтобы не угасить рефлекса подбегания, прихо-

резко выраженный эффект последовательного торможения. Кроме того, у „Тоби“ мы видели сильное последовательное торможение и на больших интервалах: один случай с интервалом в 2 мин., один в 2 1/2 мин. и 6 случаев с интервалом в 3 мин.

Для подтверждения сказанного приводим два опыта с испытанием последовательного торможения на интервале в 45 сек.

Опыт № 28

31/VII-31. Опыт начат в 1 час 28 мин. дня. Присутствует д-р С. Палатник. „Тоби“ находится в левом дальнем углу клетки. Подкрепление — персик.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIIIa	IX
1 ^h 35'		138	M ₁₀₄	15"	10"	1"	+++	56	Быстро подбежал и потянул за ручку
1 38	3'	60	Тон С	15	10	1	+++	20 ¹	Ходит по клетке ¹ Маленькая цифра объясняется тем, что „Тоби“ ручку потянул не прямо, а вбок
1 44	6	139	M ₁₀₄	15	10	1	+++	31	Ходит на середине клетки Подбежал и дернул за ручку
1 48	4	72	M ₆₀	15	—	—	—	—	Уселся на решетке противоположной стороны
1 49	1	140	M ₁₀₄	15	10	—	—	—	Остался там же Сидит там же
	4								Остался на месте. На дворе были шаги Пошел на зов и потянул (42) Уселся на передней решетке
1 53	2	61	Тон С	15	10	2	+++	36	Подбежал и потянул, но не сразу Сидит около противоположной стенки
1 55	5	141	M ₁₀₄	15	10	2	+++	54	Подбежал и потянул Сидит на решетке противоположной стены
2 00	4	73	M ₆₀	15	—	4	+++	50	Подбежал и потянул Сидит на решетке противоположной стены
2 04	1	74	M ₆₀	15	—	—	—	—	Остался на месте Сидит спокойно там же
2 05		142	M ₁₀₄	15	10	—	—	—	Остался спокойно в том же положении Пошел на шум кормушки и дернул (42) Сидит около правой боковой стены
2 08	3	143	M ₁₀₄	15	10	2	+++	37	Подбежал и потянул Сидит на другом конце клетки
2 11		62	Тон С	15	10	1	+++	51	Подбежал и потянул Ел хорошо

В данном опыте было сделано два испытания на последовательное торможение на интервале в 45 сек. Если первое из них, давшее полную задержку положительного рефлекса на M₁₀₄, можно считать несколько сомнительным, так как была возможность внешнего торможения (шум шагов на дворе), то второе испытание, происходившее в условиях полнейшей тишины, надо считать вполне убедительным.

Мы имели полную задержку положительного рефлекса на M_{104} . У orang-утана мы не имели такой полной задержки при таких же пробах, у „Тоби“ они были правилом. Пробы с двойным применением дифференцировки у orang-утана часто давали через 45 сек. положительную индукцию, чего у „Тоби“ вообще мы ни разу не видели.

Выдержка из протокола опыта № 35

8/VIII-31

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIIIa	IX
12 ^h 26''	4'	83	Тон С	15''	10''	2''	+++	47	Подбежал и потянул ручку Сидит у входной дверцы Подбежал и потянул Лежит на середине Не двинулся
12 30		178	M_{104}	15	10	3	+++	57	
12 35	1	125	M_{66}	15	—	—	—	—	В том же положении Подошел только на шум кормушки и зов и дотро- нулся до ручки, но не потя- нул. Подкреплено
12 36		179	M_{104}	15	10	—	—	—	
	3								Находится у правой боко- вой стены Дернул за ручку не прямо, а вбок Играет замком у дверцы. Икает. Лежит на середине Подошел и потянул ручку
12 39		180	M_{104}	15	10	2	+++	31	
	6								
12 45		84	Тон С	15	10	2	+++	33	

Произведенная в этом опыте проба с интервалом в 45 сек. дала резкое последовательное торможение, выразившееся в полном отсутствии условного положительного рефлекса на M_{104} . В этом опыте, как и в других, мы имели растормаживание дифференцировки.

Технический недостаток нашей двигательнo-хватательной методики заключался в том, что рефлексометр показывал правильно силу хватания только тогда, когда обезьяна тянула ручку прибора прямо к себе. Если же иногда она тянула ее вбок, то показания рефлексометра были очень малыми и не соответствовали силе хватательного рефлекса. Последнее видно из данного протокола, как и из приведенных других.

В опыте с угашением первый прочный „нуль“ не угашаемый раздражитель — тон С мы получили здесь на 19-м разе. Положительный рефлекс на другой раздражитель — M_{104} , взятый через 3 мин. после трех полных „нулей“ угашения, исчез и восстановился только с 4—7-го раза.

Ниже дано сравнение результатов опытов с угашением у orang-утана „Боби“ и у резус-лапундры „Тоби“.

	„Боби“	„Тоби“
1-й „нуль“ Рефлекс угас Рефлекс на M_{104}	на 13-м разе с 16-го раза был на 1-м разе, вос- становлен на 2-м разе	на 19-м разе с 19-го раза восстановился с 4-го раза и прочно восстановлен только с 7-го раза

На основании этого мы, конечно, не пытаемся делать какие-либо вполне определенные выводы, но эти данные, указывающие на известное различие в последовательном торможении у оранг-утана и резус-лапундры, имеют значение при учете всех наших данных в целом.

Такое же относительное значение имеют и все приведенные данные об интенсивности последовательного торможения у „Тоби“ после дифференцировки.

Существенный недостаток применявшейся в опытах с „Тоби“ в виде испытания двигательного-хватательной методики заключается в том, что 1) показания рефлексометра не всегда идут параллельно с интенсивностью условной двигательной реакции подбегания; 2) величина так называемого „хватательного рефлекса“ зависит часто не только от силы условного нервного импульса, но от ряда других обстоятельств (манера обезьяны хватать, положение руки и тела при хватании и т. п.). Мы все-таки полагаем, что при более совершенной технической установке и при условии более длительной тренировки обезьяны этой методикой можно в известной мере пользоваться, не придавая решающего значения одному „хватательному рефлексу“ как таковому, а каждый раз оценивая его значение в связи со всей деятельностью обезьяны в целом в ответ на условный сигнал.

3. Опыты на шимпанзе „Зюзи“

Хотя нам не удалось провести на шимпанзе „Зюзи“ испытаний последовательного торможения вследствие ее заболевания амебной дизентерией, тем не менее мы считаем необходимым вкратце сообщить о тех опытах, которые были произведены.

Шимпанзе „Зюзи“ — взрослая самка, уже бывшая ранее, в 1930 г., в опытах по условным рефлексам у проф. Н. А. Подкопаева. Наша работа велась на ней, как и на резус-лапундре „Тоби“, по двигательного-хватательной методике. В этом отношении здесь интересно сравнить приучение к данной методике низшей обезьяны „Тоби“ и антропоида „Зюзи“. „Зюзи“ после первого же пищевого подкрепления научилась сжимать резиновый баллон рукой. „Тоби“ хватал баллон не рукой, а зубами, изорвал этот баллон во время первого же опыта.

Первый условный рефлекс на M_{104} образовался с 5-го раза, второй рефлекс на тон С — с 1-го раза. Дифференцировка на M_{60} образовалась на 7-м разе, была в первое время прочной, потом стала растормаживаться. Последовательного торможения от дифференцировки мы не видели на обычных наших интервалах, его также не было на более коротких промежутках в $2-2\frac{1}{2}$ мин.

Хватательный рефлекс у „Зюзи“ при высокой пищевой возбудимости был выражен хорошо. Для иллюстрации наших опытов на „Зюзи“ по этой методике помещаем один протокол (оп. № 18, см. стр. 800).

Двигательно-хватательная методика имела здесь те же недостатки, что и в случае резус-лапундры „Тоби“, хотя работать с антропоидом по этой методике было легче.

4. Опыты на гамадрилле „Катя“

Эта серия опытов была начата д-ром С. А. Харитоновым и продолжена мною. Мною производились испытания на последовательное торможение. „Катя“ — взрослая самка 10 лет, гамадрилл.

Опыты на ней производились по перекрестной двигательной методике.

Опыт № 18

16/VII-31. Опыт начат в 9 час. 11 мин. Пищевое подкрепление — персик.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIIIa	IX
9 ^h 15'		28	Тон С	20"	10"	1"	+++	46	Подбежала и потянула ручку
9 17 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂ '	84	M ₁₀₄	20	10	20	+++	46	Качается на сетке
	7								Подбежала на зов
9 24 ¹ / ₂		85	M ₁₀₄	20	10	2	+++	40	Бьет ногами в фанеру.
	5 ¹ / ₂								Успокаивается
9 30		9	M ₈₀	20	—	3	++	56—75	Подбежала и потянула ручку
	3								Бьет ногами в фанеру.
9 33		29	Тон С	20	10	2	+++	66	Успокаивается
	7								Медленно подошла и два
9 40		10	M ₈₀	20	—	—	—	—	раза дернула за ручку. Сей-
	2								час же отошла. Качается
9 42		86	M ₁₀₄	20	10	4	+++	46	Подбежала и потянула
	3								ручку
9 45		11	M ₈₀	20	—	—	—	—	Продолжает качаться в
	3								левом дальнем углу
9 48		87	M ₁₀₄	20	10	—	—	—	Грызет щепку
	4								Продолжает грызть щепку
									(случай внешнего торможе-
9 52		30	Тон С	20	10	3	+++	46	ния)
	4								Подошла на зов и потя-
									нула ручку (31)
9 56		12	M ₈₀	20	—	—	—	—	Подбежала и потянула
									ручку
									Сидит и качается в левом
									дальнем углу
									Продолжает качаться там
									же

Первый условный рефлекс на M₁₀₄ образовался с 11-го раза. Второй условный рефлекс на тон С образовался с 6-го раза. Дифференцировка на M₈₀ получилась на 14-м разе. Развитая у всех обезьян вообще и у „Кати“ в частности ориентировочная реакция на малейшее изменение среды часто тормозила проявление условных положительных рефлексов и растормаживала дифференцировки.

У „Кати“ было сделано 5 испытаний последовательного торможения на интервале в 45 сек., и все они обнаружили эффект сильного последовательного торможения. Кроме того, мы имели наличие резкого последовательного торможения на интервале в 1 мин. (одна проба) и на интервале в 3¹/₂ мин. (две пробы).

Для характеристики опытов на „Кате“ приводим один протокол (опыт № 46, см. стр. 801).

У „Кати“ рефлекс на перебежку не был прочным: иногда она бежала к кормушке той камеры, где находилась в момент условного раздражения. В этом опыте, как и в других, мы имели случаи внешнего торможения. Пробы на последовательное торможение производились в условиях отсутствия посторонних раздражителей. Если же помимо нашего желания мы получали в момент испытаний последо-

вательного торможения случайное вмешательство посторонних раздражителей, то такие пробы нами считались не удавшимися. Произведенная в данном опыте проба последовательного торможения на интервале в 45 сек. дала полную задержку условного пищевого двигательного рефлекса: обезьяна подошла к кормушке только при подаче еды.

Опыт № 46

27/VIII-31. Опыт начат в 12 час. 20 мин. Пищевое подкрепление — кусочки яблока.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
12 ^h 24'	3'	332	M ₁₀₄ II	15"	10"	3"	+++	Подбежала к кормушке I Заглядывает в щели люка, отделяющего клетку от помещения обезьян
12 27	5	130	Тон СII	15	10	10	++	Подбежала к кормушке I
12 32	10	333	M ₁₀₄ I	15	10	2	+++	Сидит на середине камеры II
12 42	3	93	M ₆₀	15	—	10	+++	Перебежала к кормушке I
12 45	2	334	M ₁₀₄ I	15	10	8	++	Сидит у люка камеры I Перебежала к кормушке I Сидит около люка камеры II
12 47	2	131	Тон СII	15	10	7	++	На 2" ориентировочная реакция, подошла к кормушке II Сидит у люка камеры I и кусает шерсть
12 49	5	335	M ₁₀₄ I	15	10	2	+++	Продолжает кусать, потом перешла к кормушке II
12 54	1	94	M ₆₀	15	—	—	—	Сидит на середине камеры II
12 55	3	336	M ₁₀₄ II	15	10	—	—	Перебежала к кормушке I Сидит у люка
12 58	3	337	M ₁₀₄ I	15	10	—	—	Сидит так же Там же
1 01	8	338	M ₁₀₄ II	25	10	16	++	Сидит на месте Пошла на стук кормушки в камеру II
1 09	2	132	Тон CI	15	10	7	+++	Кусает шерсть
1 11	4	339	M ₁₀₄ I	15	10	7	+++	Подошла к кормушке II с большой задержкой
1 15	3	95	M ₆₀	15	—	3	++	Чешется у люка камеры I
1 18	3 ^{1/2}	96	M ₆₀	15	—	—	—	Перешла в камеру II
1 21 ^{1/2}	2	340	M ₁₀₄ II	25	10	9	++	Сидит у люка камеры II и что-то ест
1 25 ^{1/2}		133	Тон CI	15	10	5	++	Подошла к кормушке II Сидит у люка камеры II
								Перебежала
								У люка камеры II
								Подбежала к кормушке II
								Сидит на перекладине камеры I
								Сидит так же
								У люка камеры I
								Перешла в камеру II с большими остановками
								На середине камеры II
								Подбежала к кормушке II
								Ела хорошо

Примечание. Римская цифра (I и II) около обозначения условного раздражителя указывает, в какой камере из двух должно быть дано пищевое подкрепление.

В этом опыте были сделаны две пробы на последовательное торможение и обе дали резкий положительный эффект в смысле наличия последовательного торможения на интервале в 45 сек.

Опыты на гамадрилле „Кате“, как и на резус-лапундре „Тоби“ показали наличие последовательного торможения на интервале в 45 сек. и даже большем интервале. При всех наших пробах на „Кате“ мы ни разу не видели отсутствия последовательного торможения или положительной индукции, как это неоднократно было в опытах на orang-утане „Боби“.

Заключение

Если сравнить приведенные в этой работе данные, касающиеся скорости выработки условных рефлексов у высших и низших обезьян, то можно сказать, что у высших обезьян они образуются быстрее, чем у низших. Это касается как положительных, так и тормозных рефлексов. Эти результаты представляют только частичную характеристику высшей нервной деятельности антропоидов и собакоголовых. Придавать им сколько-нибудь категорическое значение мы не можем, так как быстрота выработки условных рефлексов зависит, кроме рода и вида обезьян, от целого ряда обстоятельств.

На основании наших данных мы должны сказать, что у нашего orang-утана последовательное торможение было гораздо короче, чем у низших, собакоголовых обезьян.

Явление положительной индукции на самых коротких интервалах в 45 и 30 сек. мы видим только у orang-утана.

Сравнение общих данных испытаний последовательного торможения у антропоидов и собакоголовых позволяет сделать заключение, что у антропоида процесс концентрации торможения развит сильнее, чем у низших обезьян. Этот результат вполне совпадает с данными, полученными другими исследователями, работавшими на низших и высших обезьянах.

Общий результат публикуется в специальной сводной работе группы научных сотрудников Института экспериментальной медицины и бывшего Института высшей нервной деятельности.

Поступило в редакцию
5 июля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. П. Майоров. Арх. биол.-наук, т. XXXIII, вып. 5—6, 1933. — Условные следовые рефлексы у обезьян резус-лапундра.

BEITRÄGE ZUR VERGLEICHEN DEN UNTERSUCHUNG DER HÖHEREN NERVENTÄTIGKEIT BEI DEN HÖHEREN UND NIEDEREN AFFEN

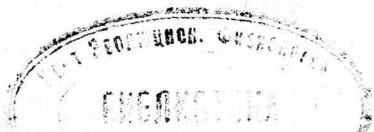
Von F. P. Maiorow

Aus der Subtropischen Abteilung des Instituts für Experimentelle Medizin. Stadt Ssuchum

Die vorliegende Arbeit wurde im Affenzuchthause zu Ssuchum im Laufe des Jahres 1931 ausgeführt. Das Ziel der Untersuchung ist die vergleichende Charakteristik der höheren Nerventätigkeit der Anthropeide und der niederen Affen (Hundsaffen). Es wurde die Entwicklung der Hemmungs-funktionen bei diesen und jenen mittels successiver Hemmung untersucht. Als Objekte der Versuche, die nach der Methode der bedingten Reflexe des Akademikers P a w l o w ausgeführt wurden, dienten der Orang-Utan, der Schimpanse, der Resus-Lapundra und der Hamadrylla. Der Verfasser benutzte die bedingte motorische Nahrungsmethodik. Als objektive

Indikatoren der höheren Nerventätigkeit dienten, erstens, die latente Periode der bedingten motorischen Reaktion, zweitens der Charakter der bedingten motorischen Reaktion, die vom Verfasser objektiv und genau beschrieben wird; ausserdem wurde das Benehmen des Affen in der Versuchsumgebung im Ganzen in Betracht gezogen.

Auf Grund der erhaltenen Angaben ist der Verfasser zur Schlussfolgerung gekommen, dass die successive Hemmung beim Anthropoid viel kürzer war, als bei den niederen Affen; die Erscheinung der positiven Induktion mit kurzen Intervallen von 30 und 45 Sekunden fand nur beim Anthropoid statt. Das veranlasst uns zur Schlussfolgerung, dass beim Anthropoid der Prozess der Konzentration der Hemmung stärker entwickelt ist, als bei den niederen Affen.



[illegible]

Как видно из приведенного протокола опыта, двигательный условный рефлекс приурочивался главным образом к моменту подкрепления и в дальнейшем наступал только при действии третьего компонента комплекса. Секреторный рефлекс был более или менее равномерен при действии всех ингредиентов комплекса. Общее количество условно-секреторных капель на все звуковые раздражители равнялось в данном опыте 23, а на световые раздражители 15 каплям. Мы имеем здесь проявление так называемого закона силы. Дальнейшие наши опыты мы проводили так, что в те дни, когда давался хлорал-гидрат, мы употребляли лишь звуковые раздражители, желая связать их действие с наркотическим состоянием.

Уже первые опыты с хлорал-гидратом, даваемым ему по медицинским соображениям, показали его глубокое влияние на изменение характера условно-рефлекторной деятельности.

Приводим протокол опыта от 10/IX. Перед опытом в 4^h 50' дано в клизме 0,5 г хлорал-гидрата.

ТАБЛИЦА 2 •

№ раздражителя	Время	Условный раздражитель	Двигательный рефлекс на			Секреторный рефлекс на			Итого капель	Примечание
			звонок	метроном	тон	звонок	метроном	тон		
138	5 ^h 7'	Звонок + метроном + тон	—	—	+	3	3	4	10	В промежутке спит
139	5 14	Звонок + метроном + тон	+	+	+	1	1	2	4	
140	5 20	Звонок + метроном + тон	—	—	+	0	0	0	0	Слабая безусловная секреция
141	5 25	Звонок + метроном + тон	+	+	+	0	1	0	1	
142	5 30	Звонок + метроном + тон	+	+	+	0	0	1	1	Появление дыхательной кривой
143	5 35	Звонок + метроном + тон	—	+	+	0	0	0	0	
									16	

Как видно из протокола, условно-рефлекторная деятельность под влиянием наркотика претерпела существенные изменения. Уже через 30 мин. после клизмы ребенок стал засыпать. На записи кимографа появилась так называемая дыхательная кривая, всегда указывающая на появление сонного состояния. Безусловная секреция после подкрепления чрезвычайно снизилась. Вместо обычных 80—100 капель в течение первых двух минут после подкрепления, отделялось всего лишь 34—40 капель. Число жевательных движений, после подкрепления обычно колеблющееся в пределах 40—50, резко снизилось и равнялось 20—27. Безусловная секреция после подкрепления быстро затихала уже к концу первой минуты, в то время как обычно она энергично отделялась еще в течение 2—3 и более минут. Условные секреторные рефлексы, бывшие в начале опыта довольно высокими, стали затем резко падать вниз и совсем исчезли. Двигательный рефлекс, который

почти всегда проявлялся к моменту подкрепления, главным образом при действии тона, т. е. был тонко адаптирован, потерял в тонкости своей адаптации и являл собой, благодаря наступившему растормаживанию, более грубый приспособительный акт. Характерна наметившаяся диссоциация между двигательным и секреторным условным рефлексом. В то время как последний почти полностью затормозился, первый, наоборот, растормозился (раздражители №№ 141, 142 и 143).

То же мы получили в опыте от 26/IX, где мы ввели в 3 час. 15 мин. 1,0 г хлорал-гидрата.

ТАБЛИЦА 3

№ раздражителя	Время	Условный раздражитель	Двигательный рефлекс на			Секреторный рефлекс на			Итого капель	Примечание
			звонок	метроном	тон	звонок	метроном	тон		
168	3 ^h 40'	Звонок + метроном + тон	—	+	+	—	—	1	1	Спит. Отсутствие промежуточной секреции. Низкий безусловный эффект
169	3 46	То же	—	—	+	—	—	2	2	
170	3 52	" "	—	—	—	—	—	—	0	
171	через 30"	" "	—	—	—	—	—	—	0	Проснулся при подкреплении
172	3 57	" "	—	—	+	1	—	2	3	
173	4 2	" "	+	+	+	2	3	1	6	

В данном опыте сонное состояние проявилось уже с самого начала эксперимента, так как сон начался через 25 мин. после введения наркотика. В середине опыта испытуемый уснул совсем, так что прекратились как двигательные, так и секреторные рефлексы. Испытуемый был выведен из состояния сна стуком подавалки и падением пищи, и после пробуждения условные рефлексы восстановились.

После того как мы несколько раз связывали действие хлорал-гидрата со звуковым комплексом, последний стал давать меньший условно-рефлекторный эффект сравнительно со световым комплексным раздражителем. Так в опытах (без применения наркотика):

29/XI — звуковой комплекс	дал в общем итоге	9	капель
световой	"	12	"
1/X — звуковой	"	7	"
световой	"	9	"
3/X — звуковой	"	16	"
световой	"	21	"
6/X — звуковой	"	11	"
световой	"	15	"
9/X — звуковой	"	16	"
световой	"	19	"
16/X — звуковой	"	15	"
световой	"	21	"

Если же пробовать световой комплексный раздражитель в дни дачи хлорал-гидрата, то и на него получался низкий секреторный эффект, как и на звуковой комплекс.

Так в опыте от 14/IX как звуковой, так и световой комплексы дали всего лишь по 3 капли секции. Опыт от 23/X дал, например, следующие результаты (в 3 час. 50 мин. введено 1,0 г хлорал-гидрата):

ТАБЛИЦА 4

№ раздражителя	Время	Условный раздражитель	Двигательный рефлекс на компоненты			Секреторный рефлекс на компоненты			Итого капель	Примечание
			I	II	III	I	II	III		
211	4 ^h 34'	Звонок + метроном + тон	—	+	+	—	—	1	1	В начале опыта уже засыпал. Слабая безусловная секция
212	4 40	Звонок + метроном + тон	—	—	+	—	—	—	0	
102	4 45	Синий + фиолетовый + красный	—	—	+	—	—	—	0	
103	4 51	Синий + фиолетовый + красный	—	—	+	—	—	—	0	
213	4 55	Звонок + метроном + тон	—	+	+	—	—	2	2	
104	5 —	Синий + фиолетовый + красный	+	+	+	1	—	—	1	
									5	

Таким образом в течение опыта секреторный условный рефлекс был чрезвычайно низким, равнялся всего лишь 5 каплям, безусловный секреторный эффект был тоже резко снижен, колебался от 20 до 40 капель в течение 2 мин. после подкрепления, число жеваний равнялось 20—26 за то же время, в то время как без применения наркотика число капель безусловной секции доходило до 100 и более, а число жевательных движений — до 40—50. Двигательный условный рефлекс, как видно из протокола, тоже был неравномерен: то он был точно адаптирован, то совсем растормаживался.

В результате применения хлорал-гидрата в лабораторной обстановке и сочетания его со звуковым раздражителем испытуемый очень часто, даже без употребления наркотика, стал засыпать во время экспериментального исследования. Так, во время опыта от 5/XI, после нескольких проб звукового комплекса, испытуемый совсем уснул, на записи кимографа появилась дыхательная кривая, условные и безусловные секреторные рефлексы отсутствовали. Любопытно, что в то время как пробы звукового раздражителя не вывели испытуемого из сонного состояния, проба светового комплекса его разбудила, что привело в дальнейшем к восстановлению условно-рефлекторной деятельности. Приводимый рис. 1 иллюстрирует отсутствие рефлекса на звуковой комплексный раздражитель, появление так называемой дыхательной кривой и пробуждение во время действия светового комплекса, что выразилось в наличии двигательного рефлекса на красный свет.

Вслед за выяснением влияния хлорал-гидрата на положительные условные рефлексы мы перешли к установлению его влияния на отрицательные условные раздражители. Для этой цели нами был разрабо-

тан условный тормоз к действию звукового комплекса в виде присоединения к нему за 5 сек. до его действия так называемой касалки, привязываемой к правой руке. В дальнейшем нами также были выработаны метрономная дифференцировка и запаздывающий рефлекс на световой комплекс. Данные, полученные нами, показали, что в то время как условный тормоз, пробуемый в опытные сеансы без наркотика, давал правильную отрицательную реакцию с минимальным количеством секрети и отсутствием двигательного рефлекса, пробы его во

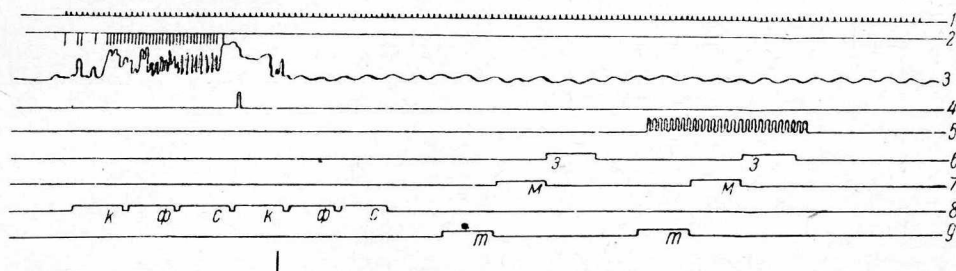


Рис. 1 Отсутствие условного рефлекса при действии условного тормоза и звукового комплекса и его проявление при действии красного света, ингредиента светового комплекса.

Условные обозначения: 1—секунды, 2—секреция, 3—дыхательная кривая, двигательный и жевательный рефлексы, 4—момент подкрепления пищей, 5—касалка—условный тормоз к звуковому комплексу, 6, 7, 9—звуковой комплекс, 8—звонок, М—метроном, т—тон, с—синий, ф—фиолетовый, к—красный свет.

время опытов с хлорал-гидратом давали те или иные рефлекторные извращения. Эти извращения в отношении условного тормоза заключались в наличии на него положительного рефлекса, как обычно при пробе звукового комплекса, или в наличии одной из вариаций ультрапарадоксальной фазы, когда рефлекс наступал при выключении раздражителей (концевой рефлекс). При этом положительная реакция на условный тормоз имела как при наличии реакции на положительные раздражители, так и при отсутствии реакции на эти последние (чистая форма ультрапарадоксальной фазы).

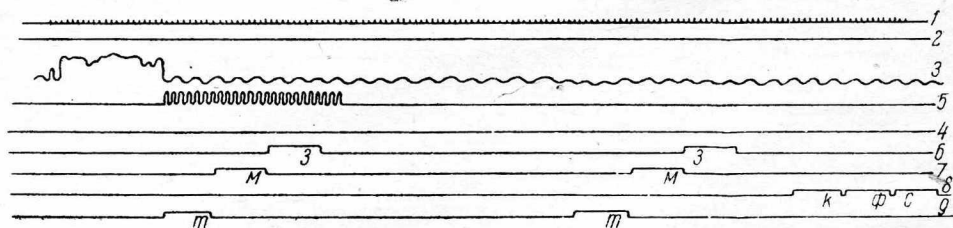


Рис. 2. Концевой ультрапарадоксальный рефлекс при выключении действия условного тормоза. Обозначения те же, что на рис. 1.

Приводимый рис. 2 из опыта от 10/XI показывает, как при глубоком сне появляется так называемая дыхательная кривая, отсутствуют условные рефлексы как на световой, так и на звуковой комплекс, а на испробованный тут же условный тормоз имеется положительный двигательный эффект, начавшийся в конце действия тона и продолжавшийся 17 сек. после его выключения.

Во время же самого глубокого сна, как видно из того же опыта, исчезает условный рефлекс как на положительные, так и на отрица-

тельные раздражители, т. е. наступает полная тормозная фаза. Динамика этих фазовых состояний при засыпании и пробуждении обычно представлялась в следующем виде — как это видно из нижеследующего протокола опыта от 11/XI (в 4 час. 11 мин. дано per os 0,9 г хлорал-гидрата):

ТАБЛИЦА 5

№ раздражителя	Время	Условный раздражитель	Двигательный условный рефлекс			Секреторный условный рефлекс			Итого ка-пель	Примечание
			I	II	III	I	II	III		
245	4 ^h 43'	Звонок + метроном + тон	—	—	+	1	1	1	3	Дыхательная кривая
30	4 58	Касалка + звонок + метроном + тон	—	—	—	1	—	—	1	
246	4 59	Звонок + метроном + тон	+	+	+	1	1	2	4	Быстрая остановка секреции
31	5 5	Касалка + звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
122	5 6	Синий + фиолетовый + красный	—	—	—	—	—	—	0	Спит
247	5 7	Звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
32	5 8	Касалка + звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	"
248	5 9	Звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
33	5 16	Касалка + звонок + метроном + тон	—	—	—	1	—	1	2	"
249	5 17	Звонок + метроном + тон	+	+	+	—	—	—	0	
123	5 23	Синий + фиолетовый + красный	—	+	+	—	—	—	0	Расхождение на 5" от начала жевания до момента слюноотделения То же на 7"
34	5 30	Касалка + звонок + метроном + тон	—	+	+	1	1	2	4	
35	5 31	Касалка + звонок + метроном + тон	+	+	+	1	1	1	3	Двигательное и секреторное возбуждение
250	5 33	Звонок + метроном + тон	+	—	—	—	4	2	6	

Из протокола опыта виден целый ряд характерных для сонных и гипнотических состояний явлений, а именно: появление дыхательной кривой, быстрая приостановка безусловной секреции, растормаживание двигательного рефлекса (при № 246 — перед глубоким сном), глубокий сон (при №№ 31, 122, 247, 32, 248), появление ультрапарадоксальной секреторной реакции при условном тормозе (№ 33), наличие расторможенного двигательного и отсутствие секреторного условного рефлекса на № 249, диссоциация жевательного и безусловного секреторного рефлексов — запаздывание последнего при № 249 и 123, полная ультрапарадоксальная реакция на условные тормозы № 34 и 35 с наличием секреторного и двигательного возбуждения после их проб и извращенная двигательная реакция на звуковой комплекс (№ 250).

Кроме указанного, необходимо еще отметить задержку наступления двигательного рефлекса при раздражителях № 245 и 123 (наступление его не с начала действия третьего ингредиента комплекса, а лишь в конце его) и появление повторного двигательного рефлекса при № 123, заключающегося в том, что двигательный рефлекс повторно проявлялся уже после дачи подкрепления в момент продолжающегося еще действия раздражителей, даваемых после подкрепления в течение 30 секунд.

Таким образом действие наркотика и наступающий при этом сон, а также момент пробуждения после него, глубоко извращают весь ход условно-рефлекторной и даже безусловно-рефлекторной деятельности центральной нервной системы. В результате его действия страдают оба полюса деятельности нервной системы — как процесс возбуждения, так и торможения, а ультрапарадоксальная реактивность проявляется как при низкой степени возбудимости при переходе ко сну, так и при возбуждении, наступающем после пробуждения и, как следует предполагать, связанном с повышением подкорковой возбудимости.

Дальнейшие опыты в основном подтверждали приведенные выше данные, причем сонное состояние вызывалось уже не только наркотиком, но самым фактом пребывания в экспериментальной обстановке. После проб нескольких раздражителей испытуемый засыпал более или менее глубоко, причем глубокому сну способствовали послеобеденное время, жарко натопленная комната и утомленность испытуемого и т. п. В этих состояниях экспериментального сна раздражители, не связанные с хлорал-гидратным наркозом, а также свежееобразованные сочетания, иногда вызывали условный рефлекс при отсутствии его на другие, давно уже употребляемые, раздражители. Так в опыте от 18/XI физически более слабый раздражитель — касалка левой руки, которая недавно стала применяться, — вызвала двигательный и секреторный рефлексы при отсутствии таковых на более сильный звуковой комплексный раздражитель, употребленный до и после пробы касалки; то же и на вновь введенный раздражитель — свисток.

Таким образом мы здесь имели дело с одним из вариантов парадоксальной фазы. Далее мы имели диссоциацию двигательного и секреторного рефлексов, исчезновение первого при наличии второго — как симптом засыпания и пробуждения из глубокого сна. Перед засыпанием мы наблюдали иногда растормаживание двигательного рефлекса, а после пробуждения — повышенный рефлекс на тормозные раздражители. При засыпании мы не всегда имели равномерное снижение условно-рефлекторных эффектов. Иногда перед самым засыпанием мы получали повышенный условный рефлекс. Так, в опыте от 23/XI, после принятия хлорал-гидрата, мы при первом раздражителе — световом комплексе — имели 6 капель условной секреции, при втором раздражителе — звуковом комплексе — тоже 6 капель, при третьем раздражителе — условном тормозе — имели 4 капли (растормаживание), при четвертом — звуковом комплексе — имелось 11 капель (повышенный эффект), при наличии расторможенного двигательного рефлекса, а далее испытуемый глубоко уснул, и все испробованные в дальнейшем восемь раздражителей дали нулевой эффект.

Как было указано выше, световой комплексный раздражитель был переведен нами в запаздывающий, причем каждый из его компонентов (синий, фиолетовый и красный свет) действовали по 30 сек. Условный рефлекс двигательный и секреторный, как видно из прилагаемого рис. 3, обычно получался при действии красного света, т. е. ближе к моменту подкрепления.

Рис. 4 показывает рефлекс на запаздывающий раздражитель после принятия 0,6 г хлорал-гидрата. Как видно из рисунка, двигательный и секреторный рефлексы, вместо того чтобы быть точно адаптированными к моменту подкрепления, проявились гораздо раньше, а именно — при действии синего света, т. е. мы имели здесь дело с растормаживанием запаздывающего рефлекса. При пробах следующих раздражителей уже наступил глубокий сон и отсутствовали рефлексы на обычно употребляемые раздражители. Таким образом перед засыпанием, под влиянием наркотика, поражается, как это установлено школой

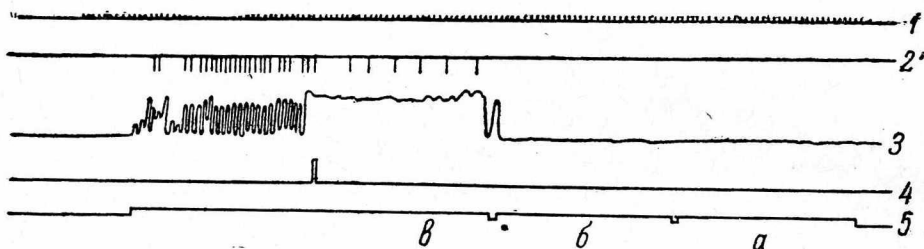


Рис. 3. Запаздывающий условный рефлекс на световой комплекс. 1—секунды, 2—секреция в каплях, 3—двигательный и жевательный рефлексы, 4—момент подкрепления, 5—световой комплекс, а—синий, б—фиолетовый, в—красный свет.

И. П. Павлова (В. К. Федоров), в первую очередь процесс внутреннего торможения, а затем падает и раздражительный процесс. Приводим выдержку из протокола опыта 20/IV. В 4 час. 5 мин. дано 0,6 г хлорал-гидрата.

Наступлению сна, как видно из протокола, предшествовало растормаживание запаздывающего рефлекса, далее имелось резкое снижение эффекта на положительный метрономный раздражитель (низкая возбудимость), а затем корковые клетки впали в глубокий сон с исчезновением как двигательных, так и секреторных рефлексов.

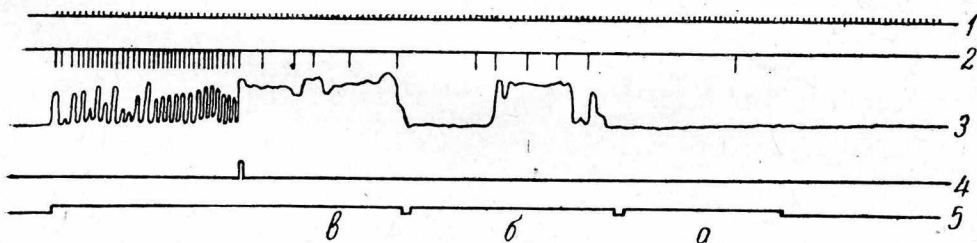


Рис. 4. Растормаживание запаздывающего рефлекса после приема хлорал-гидрат. Обозначения те же, что на рис. 3.

В виду того, что наш испытуемый, даже после прекращения приема хлорал-гидрата, в течение нескольких месяцев все же засыпал во время экспериментального исследования, мы в целях борьбы со сном и ультрапарадоксальными реакциями, его сопровождавшими, стали применять кофеин, бром и комбинацию из брома и кофеина в различных дозах.

Обычные дозы, нами применяемые за полчаса до опыта, были: кофеин в дозах 0,3, 0,1 и 0,01 г; бром—0,5, 0,1 и 0,01 г и комбинация из кофеина по 0,03 г и брома по 0,03 г.

Многочисленные опыты, проведенные нами, показали, что наиболее действительным средством у нашего испытуемого в борьбе со сном

ТАБЛИЦА 6

№ раздражителя	Время	Условный раздражитель	Двигательный рефлекс			Секреторный рефлекс			Итого капель	Примечание
			I	II	III	I	II	III		
258	4h 33'	Синий + фиолетовый + красный	—	+	+	1	5	5	11	После подкрепления закрывает глаза
136	4h 39'	Метроном ₁₂₀ 30"	двигат. на 22"			—	—	—	1	Быстрое прекращение безусловной секреции
149	4h 45'	Метроном ₈₀ 30"	—	—	—	—	—	—	0	} Спит
431	4h 46'	Звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
215	4h 47'	Касалка + звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
432	4h 48'	Звонок + метроном + тон	—	—	—	—	—	—	0	
49	4h 49'	Касалка левая	—	—	—	—	—	—	0	

и фазовыми реакциями являлась комбинация *coffeini, et natr. bromat.* аа 0,03 г. Хорошо помогала также доза в полграмма брома. Менее действительным являлась доза кофеина 0,1, при которой хотя глубокого сна и не наступало, но имели место извращенные реакции. Доза кофеина 0,3 после некоторого предварительного возбуждения привела ко сну и фазовой реактивности.

Выводы

1. Хлорал-гидратный наркоз глубоко изменяет характер как условной, так и безусловной рефлекторной деятельности.

2. В отношении последней, в связи с наступающим сонным состоянием, отмечается падение величины безусловного секреторного эффекта, быстрое прекращение безусловной и промежуточной секреции, уменьшение числа жевательных движений, появление дыхательной кривой и диссоциация между жевательным и безусловно-секреторным рефлексом.

3. В отношении условных рефлексов наблюдается падение величины секреторных условных рефлексов, вплоть до их полного исчезновения, потеря тонкой адаптации двигательных условных рефлексов, наступающее полное растормаживание или полное исчезновение последних и диссоциация двигательных и секреторных условных рефлексов.

4. В отношении тормозных раздражителей (условного тормоза, дифференцировок, запаздывающих рефлексов) отмечалось их растормаживание и наступление парадоксальных и ультрапарадоксальных реакций.

5. Приведенные данные заставляют предполагать, что при действии хлорал-гидрата поражаются как раздражительный, так и тормозной процессы (внутреннее торможение), причем последний поражается в первую очередь.

6. Связанные с приемами хлорал-гидрата условные раздражители теряют в величине своего условно-рефлекторного эффекта и в соот-

ветственной лабораторной обстановке могут сами по себе приводить испытуемого в сонное состояние и глубокий сон.

7. Переход к сонному состоянию и пробуждение из последнего сопровождаются фазовыми явлениями, в частности наличием парадоксальной и ультрапарадоксальной фаз и вариациями последней.

8. Наиболее действительным средством в борьбе со сном и извращенными реакциями у нашего испытуемого являлась комбинация coffeini, et natr. bromat. $\bar{a}\bar{a}$ 0,03.

Поступило в редакцию
25 февраля 1935 г.

UEBER DIE WIRKUNG VON CHLORAL-HYDRAT UND ANDERER ARZ-NEIMITTELSTOFFE AUF DIE BEDINGT-REFLEKTORISCHE TÄTIGKEIT

Von S. L. Lewin

Aus dem Laboratorium der Höheren Nerventätigkeit (Vorstand des Laboratoriums — Prof. N. I. Krasnogorsky) des Leningrader Instituts für Gesundheitsschutz der Kinder und Adoleszenten

1. Die Chloral-Hydratnarkose ruft eine tiefe Veränderung des Charakters sowohl der bedingten, als auch der unbedingten reflektorischen Tätigkeit hervor.

2. In Bezug auf die letzt genannte wird, im Zusammenhang mit dem eintretenden schläfrigen Zustand, eine Absinkung des Wertes des unbedingten sekretorischen Effektes, eine rasche Einstellung der unbedingten und intermediären Sekretion, eine Abnahme der Zahl der Kaubewegungen, das Erscheinen der Atmungskurve und die Dissoziation zwischen dem Kau- und dem unbedingt-reflektorischen Reflex, beobachtet.

3. In Bezug auf die bedingten Reflexe wird eine Absinkung des Wertes der sekretorischen bedingten Reflexe, bis zum vollständigen Schwund derselben, der Verlust der feinen Adaptation der motorischen bedingten Reflexe, die eintretende vollständige Enthemmung oder der vollkommene Schwund der letzteren und die Dissoziation der motorischen und sekretorischen bedingten Reflexe, beobachtet.

4. In Bezug auf die Hemmungsreize (der bedingten Hemmung, der Differenzierungen, der verspätenden Reflexe) wurde deren Enthemmung und der Eintritt von paradoxen und ultraparadoxen Reaktionen nachgewiesen.

5. Die geschilderten Angaben veranlassen zur Annahme, dass unter der Wirkung von Chloral-Hydrat sowohl der Reiz-, als auch der Hemmungsprozess gestört werden (die innere Hemmung), wobei letzterer als erster befallen wird.

6. Die mit der Einnahme von Chloral-Hydrat verbundenen bedingten Reize büßen einen Teil ihres bedingt-reflektorischen Effektes ein und können in der entsprechenden Umgebung im Laboratorium an und für sich einen schläfrigen Zustand und tiefen Schlaf der Versuchsperson bedingen.

7. Der Uebergang in einen schläfrigen Zustand und das Erwachen aus demselben werden von Phasenerscheinungen begleitet, insbesondere vom Vorhandensein der paradoxen und ultraparadoxen Phasen und der Variationen dieser letzteren.

8. Als besonders wirksames Mittel gegen den Schlaf und die perversen Reaktionen unserer Versuchsperson haben sich Kombinationen von Coffeini et Natr. bromat. $\bar{a}\bar{a}$ 0,03 erwiesen.

ВЛИЯНИЕ МЕСТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СВЕТОВОГО РАЗДРАЖЕНИЯ СЕТЧАТКИ НА ХОД ПОСЛЕДУЮЩЕЙ СВЕТОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА

А. И. Богословский, С. В. Кравков и Е. Н. Семеновская

Из лаборатории психофизиологии ощущений Государственного института психологии в Москве

В наших прежних работах (1) был установлен факт повышения последующей световой чувствительности периферии сетчатки под влиянием специальных предварительных освещений глаза в период, предшествующий погружению глаза в темноту. Одним из нас было затем показано (2), что величина этого повышения оказывается особенно значительной, если предварительное раздражение производилось красным светом и затрагивало лишь колбочковый аппарат.

С другой стороны, опыты С. М. Дионесова, Л. Т. Загорюлько и А. В. Лебединского (3), вышедшие из лаборатории акад. Л. А. Орбели, дают основание допускать существование своеобразных антагонистических отношений между возбуждениями макулярной и периферической зон глаза. В силу этих отношений раздражение макулярной зоны понижает возбудимость периферических частей сетчатки и обратно. Угнетающее влияние, идущее от раздражения центральной области сетчатки, сказывается — по данным этих авторов — в течение ближайших минут и после прекращения макулярного раздражения.

Естественно было поэтому ожидать, что эффект последующего повышения световой чувствительности периферических мест сетчатки, описанный нами, будет зависеть не только от интенсивности и цветности предварительного светового раздражения глаза, но и от места, затрагиваемого им на сетчатке, поскольку в макулярной зоне сосредоточены по преимуществу колбочки, в периферической же — палочки.

Выяснению того, как влияет на последующую световую чувствительность периферической зоны глаза место предварительного светового раздражения его, и посвящены опыты, описываемые ниже. Наряду с изменением световой чувствительности нам представлялось интересным проследить параллельно и ход электрической чувствительности глаза.

Методика

Исследование световой чувствительности производилось нами посредством адаптометра собственной конструкции (2). Раздражителем в этом адаптометре — как и в адаптометре Nagel — являлся диск молочного стекла, освещаемый сзади светом, интенсивность коего можно было менять и количественно учитывать.

Глаза испытуемого находились на расстоянии 50 см от молочного диска адаптометра. При наших условиях диаметр диска был виден под углом в $6,3^\circ$. Во время определения светового порога испытуемый должен был смотреть на маленькую красную фиксационную точку, которая находилась для испытуемого на $7,6^\circ$ вправо от центра молочного диска адаптометра. Опыты производились в темной комнате, со стенами, окрашенными в черный цвет. До начала темновой адаптации комната освещалась обычной лампочкой, висевшей у потолка и создававшей освещенность около 4 люксов на горизонтальной поверхности на высоте 1 м от пола. По шкале адаптометра можно было отсчитывать яркость J молочного диска, соответствующую едва заметной види-

мости его. Величина, обратная этой яркости, т. е. $\frac{1}{J}$, и бралась нами в качестве числового значения чувствительности $E = \frac{1}{J}$. В приводимых ниже таблицах яркость J (а, следовательно, и чувствительность E) взяты в относительных величинах (4). Изменение яркости молочного диска при установлении порога совершалось самими испытуемыми посредством шнура, соединенного с фотоклином, находящимся внутри адаптометра.

Электрическая чувствительность глаза определялась следующим образом (4). Один электрод прикладывался к веку закрытого глаза испытуемого, другой держался им в руке. Электроды были серебряные. Электрод, прикладывавшийся к глазу, был впаиван в стеклянную глазную ванночку, наполненную смоченной ватой, каковая непосредственно и прикасалась ко всему веку исследуемого глаза. Источником тока служила аккумуляторная батарея в 4V. Идущий от нее в глаз испытуемого ток проходил через два реостата, один из которых был включен в качестве потенциометра. Изменением последнего и производились усиление и ослабление тока, требующиеся для того, чтобы найти ту минимальную величину его, которая вызывает впечатление свечения в глазе (фосфен). В цепь тока, идущего через реостаты, электроды и испытуемый глаз, был включен микроамперметр, позволявший измерять силу тока до 1,3 миллионных долей ампера. На глаз испытуемого в наших опытах обычно помещался катод. Включение и выключение тока совершались экспериментатором посредством кратких нажатий на обычный телеграфный ключ, замыкавший и размыкавший цепь.

Весь опыт протекал следующим порядком. Первоначально, придя на эксперимент, минут около пятидесяти испытуемые пребывали в адаптационной комнате при общем освещении ее лампочкой, горевшей у потолка. Затем или прямо начиналась темновая адаптация, или же один глаз испытуемых (правый глаз) подвергался тому или иному специальному световому раздражению в течение 10 мин., и лишь вслед за этим шла темновая адаптация. Последняя длилась обычно 80—100 мин. В ходе ее и производились измерения световой и электрической чувствительности глаз. При этом тотчас же при погружении в темноту бралось сперва определение электрической чувствительности. В дальнейшем же ходе темновой адаптации через каждые 3—12 мин. брались определения обычно сперва световой, а затем электрической чувствительности глаза.

В качестве предварительного специального светового раздражения нами применялся просвечивающий, затянутый калькой прямоугольный экран размером 47×47 см, освещаемый сзади обыкновенными лампами накаливания. Испытуемые в соответствующих сериях должны были смотреть на него с расстояния около 50 см; таким образом в случае действия на глаз всего экрана раздражению подвергалась средняя область сетчатки, соответствующая в угловых величинах площади $43^\circ,3 \times 43^\circ,3$.

В отдельных сериях опытов применялись следующие варианты:

- 1) отсутствие специального предварительного светового раздражения (опыты «без засвета»);
- 2) испытуемые смотрели предварительно на весь светящийся экран ($43^\circ,3 \times 43^\circ,3$); эти опыты мы условно обозначаем всюду ниже как раздражение «всего» поля зрения;
- 3) испытуемые смотрели предварительно на светящийся экран, фиксируя черный непрозрачный круг, помещенный в середине него и экранирующий макулярную часть сетчатки; диаметр непрозрачного круга около 7° ;
- 4) испытуемые смотрели предварительно на светящийся экран, в котором часть периферической височной зоны была экранирована кружком того же размера, который в предыдущем варианте экранировал макулярную область;
- 5) испытуемые смотрели предварительно на экран, экранированный с боков так, что светящимся оставался лишь круг, соответствующий области желтого пятна (диаметр круга около 7°).

Освещенность светящегося экрана была всегда около 250 люксов, перпендикулярно к белой поверхности; продолжительность специального предварительного освещения равнялась 10 мин.; предварительному специальному освещению подвергался всегда правый глаз испытуемых; измерения же световых и электрических порогов производились как на правом, так и на левом глазу.

Опыты проведены над двумя испытуемыми: М. — 25 лет и П. — 36 лет. Каждый вариант повторялся 3—5 раз. Все варианты неизменно чередовались друг с другом. Опыты производились от 11 до 2 час. дня с декабря 1934 г. по март 1935 г.

Показанное ниже на таблицах и кривых время (5, 10, 20, 30 и так далее минут) обозначает всегда минуты, к которым относились измерения, произведенные и в ближайшие смежные минуты.

Результаты опытов

А. Данные о световой чувствительности глаз

Ниже приводятся средние величины найденных в ходе темновой адаптации значений световой чувствительности у двух испытуемых (М. и П.) в разных вариантах наших экспериментов.

В а р и а н т 1. Без специального предварительного светового раздражения

Время адаптации в минутах	Чувствительность в процентах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
0	100	94	100	100
10	56	54	84	84
20	46	45	77	77
35	40	40	74	74
50	37	38	73	73
70	35	35	71	71

В а р и а н т 2. Предварительное специальное световое раздражение всего поля зрения правого глаза в течение первых 10 мин. адаптации левого глаза к темноте; затем темновая адаптация обоих глаз

Время адаптации левого глаза в минутах	Чувствительность в процентах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
0	100	90	100	96
10	121	99	136	110
20	68	58	120	100
35	55	48	108	95
50	48	43	100	93
70	36	34	93	88

В а р и а н т 3. Предварительное 10-минутное специальное световое раздражение всего поля зрения правого глаза, кроме макулярной зоны его

Время адаптации левого глаза в минутах	Чувствительность в процентах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
0	100	103	100	93
10	92	45	100	78
20	63	41	86	74
35	55	40	78	71
50	48	38	75	71
70	46	36	76	70

Вариант 4. Предварительное специальное световое раздражение всего поля зрения правого глаза за исключением участка височной части периферии, равного по своему размеру макулярной области

Время адаптации левого глаза в минутах	Чувствительность в процентах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
0	100	93	100	99
10	79	48	91	83
20	60	39	84	77
35	48	36	78	74
50	41	34	75	71
75	37	31	75	72

Вариант 5. Предварительное специальное световое раздражение, затрагивавшее лишь макулярную область правого глаза

Время адаптации левого глаза в минутах	Чувствительность в процентах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
0	100	98	100	97
10	66	43	72	67
20	56	39	77	72
35	61	45	83	77
50	47	33	84	77
70	37	33	73	73

Приведенные выше результаты даны графически на рис. 1 и 2, где по абсциссам отложено время и указаны соответствующие варианты опытов, по ординатам — величины E соответствующей световой чувствительности.

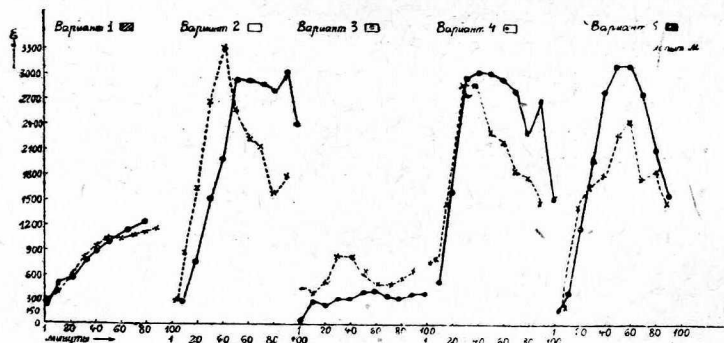


Рис. 1.

Сплошными линиями приведены кривые, относящиеся к правому глазу, а пунктирными — к левому.

Таблицы и кривые данных наших опытов ясно обнаруживают тот основной факт, что предварительное специальное световое раз-

дражение („засвет“) повышает последующую световую чувствительность периферии глаза лишь в том случае, когда оно затрагивает макулярную зону сетчатки. Это имеет место в вариантах 2, 4 и 5. В варианте же 3, в коем предварительному специальному „засвету“ подвергалась лишь периферия сетчатки, мы не только не наблюдаем никакого последующего повышения световой чувствительности, но, наоборот, можем констатировать общее снижение уровня адаптационной кривой. При этом более низкой чувствительность оказывается как раз у „засвеченного“ глаза. В остальных вариантах наших опытов — там, где имеется повышение чувствительности, — можно усматривать, наоборот, скорее то, что чувствительность „засвеченного“ глаза выигрывает больше, чем чувствительность глаза, не подвергавшегося предварительному специальному световому раздражению.

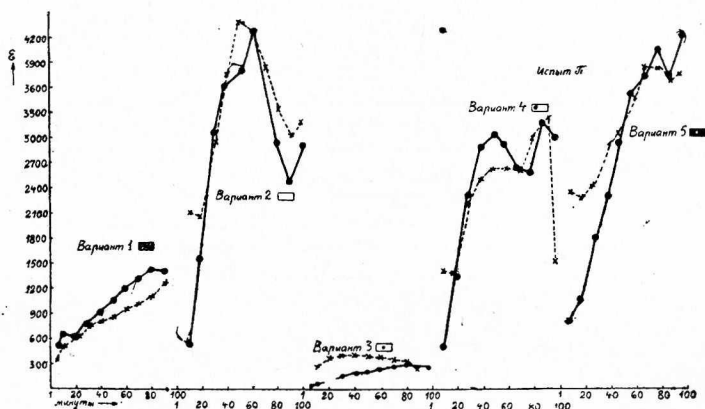


Рис. 2.

В первые минуты после „засвета“ чувствительность „засвеченного“ глаза бывает ниже, чем чувствительность этого же глаза в опытах „без засвета“. На „незасвеченном“ глазу констатировать такую же фазу понижения чувствительности „засветом“ мы по данным наших опытов не можем. Здесь, впрочем, следует заметить, что измерения световой чувствительности в первые минуты темновой адаптации у нас вообще недостаточно многочисленны в силу того, что по погружении в темноту после „засвета“ нами сперва производились, обычно, определения электрической чувствительности глаза.

В. Данные об электрической чувствительности глаз

Полученные нами здесь данные приведены ниже в таблицах, а также и в кривых на рис. 3 и 4. Цифры, приведенные в таблицах, обозначают величины электрической чувствительности глаза, выраженные в процентах к величине электрической чувствительности правого глаза данного испытуемого в конце предварительного периода, предшествовавшего погружению глаз в темноту или же специальному 10-минутному световому раздражению правого глаза. В этот период, длившийся около 50 мин., испытуемые, как уже было упомянуто, находились в комнате с темными стенами, при общем освещении от лампочки, висевшей у потолка.

Вариант 1. Без специального предварительного светового раздражения

Время пребывания в темноте в минутах	Световая чувствительность в относительных величинах			
	испытываемая М.		испытываемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
1	220	284	—	—
5	—	—	550	325
10	480	390	690	550
20	566	550	650	640
30	776	775	803	766
40	883	925	933	813
50	963	970	1 060	873
60	1 073	1 035	1 226	966
70	1 170	1 050	1 366	1 033
80	1 213	1 085	1 456	1 106

Вариант 2. Специальное предварительное световое раздражение всего поля зрения правого глаза

Время пребывания в темноте в минутах	Световая чувствительность в относительных величинах			
	испытываемая М.		испытываемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
5	245	250	—	—
10	260	875	550	2 110
20	760	1 649	1 600	1 956
30	1 500	2 675	3 133	2 950
40	2 050	3 322	3 633	3 790
50	2 940	2 650	3 816	3 790
60	2 950	2 205	4 322	4 400
70	2 887	2 130	3 683	4 316
80	2 812	1 562	2 966	3 333
90	3 000	1 786	2 533	3 033
100	2 400	2 375	2 900	3 250

Вариант 3. Предварительное специальное световое раздражение всего поля зрения правого глаза, кроме макулярной зоны

Время пребывания в темноте в минутах	Световая чувствительность в относительных величинах			
	испытываемая М.		испытываемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
1	57	—	—	—
5	—	—	50	—
10	296	319	50	296
20	272	508	130	395
30	310	804	152	405
40	314	790	160	415
50	370	616	185	390
60	420	462	232	392
70	340	465	275	350
80	306	533	292	307
90	400	650	195	250
100	390	770	225	—

В а р и а н т 4. Предварительное специальное световое раздражение всего поля зрения правого глаза за исключением участка височной части периферии, равного по своему размеру макулярной области

Время пребывания в темноте в минутах	Световая чувствительность в относительных величинах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
5	—	745	—	—
10	500	760	460	1 475
20	1 717	1 438	1 300	1 350
30	2 966	2 883	2 333	2 200
40	3 050	2 866	2 900	2 533
50	3 013	2 300	3 033	2 666
60	2 933	2 200	2 950	2 666
70	2 840	1 830	2 683	2 666
80	2 290	1 733	2 580	3 000
90	2 700	1 450	3 250	3 200
100	1 500	1 775	3 000	1 500

В а р и а н т 5. Предварительное специальное световое раздражение затрагивало лишь макулярную область сетчатки правого глаза

Время пребывания в темноте в минутах	Световая чувствительность в относительных величинах			
	испытуемая М.		испытуемая П.	
	правый глаз	левый глаз	правый глаз	левый глаз
5	165	—	—	—
10	393	135	803	—
20	1 183	1 366	1 162	2 257
30	1 966	1 666	1 820	2 412
40	2 823	1 800	2 315	2 950
50	3 123	2 256	2 940	3 137
60	3 123	2 416	3 512	3 475
70	2 873	1 756	3 750	3 850
80	2 100	1 850	4 100	3 737
90	1 550	1 500	3 702	3 675
100	—	—	4 300	3 800

Электрическая чувствительность вычислялась как величина, обратная пороговой силе тока, т. е. $E = \frac{1}{I}$. Эта пороговая величина силы

тока в условиях наших экспериментов равнялась в конце предварительного периода каждого опыта для испытуемой М. приблизительно 23 микроамперам, и для исп. П. — приблизительно 45 микроамперам.

На рис. 3 и 4 данные вышеприведенных таблиц изображены графически. По абсциссам отложено время в минутах, по ординатам — электрическая чувствительность: сплошной линией проведена кривая, относящаяся к „засвеченному“ глазу, а пунктирной — кривая, относящаяся к глазу „незасвеченному“. Верхние кривые обозначают электрическую чувствительность, выраженную в процентах к начальной чувствительности правого глаза. Нижние кривые, имеющиеся на рис. 3 и 4, выражают ту же чувствительность, но высчитанную по отношению к чувствительности, имевшейся в первом варианте, причем значения чувствительности для каждого момента адаптации в этом варианте

приняты за 100. Значения ординат для нижних кривых показаны на оси ординат справа, а для верхних — слева.

Как можно видеть из приведенных данных, „засвет“ во всех вариантах наших опытов влек за собой повышение электрической чувствительности в засвеченном глазу. Наибольшим это повышение было в том случае, когда „засвет“ затра-

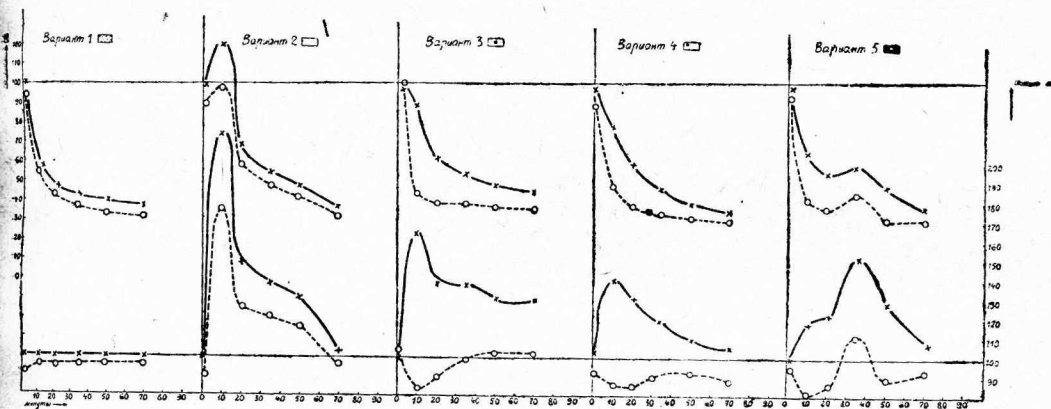


Рис. 3.

гивал все поле зрения (вариант 1). При этих условиях наблюдалось значительное повышение электрической чувствительности не только в „засвеченном“, но и в другом глазу, не подвергавшемся предварительному специальному световому раздражению.

Во всех прочих вариантах опыта вслед за световым раздражением правого глаза электрическая чувствительность левого глаза, наоборот, снижалась. В последнем же варианте (51), когда предварительному

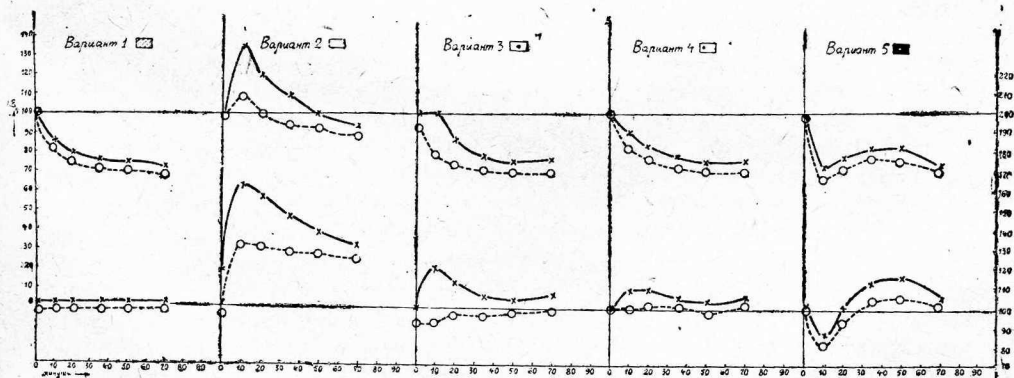


Рис. 4.

световому раздражению подвергалась лишь макулярная область сетчатки, снижение во многих случаях наблюдалось и на правом глазу, подвергавшемся предварительному освещению (у испытуемой П. согласно с этим и средние цифры чувствительности, приведенные на рис. 4, лежат ниже нормального уровня; у испытуемой М. средняя величина чувствительности „засвеченного“ глаза дает все же повышение по сравнению с „нормой“ без „засвета“; однако повышение

в данном варианте опытов и для испытуемой М. оказывается наименьшим.

В общем можно сказать, что повышающее электрическую чувствительность действие предварительных световых раздражений постоянной яркости оказывается тем большим, чем большую площадь сетчатки такое раздражение затрагивает. Различие между результатами варианта 3 и варианта 4, а также данные варианта 5 говорят за то, что для последующего повышения электрической чувствительности большое значение имеет здесь и раздражение периферических частей сетчатки.

Последнее обстоятельство, а также и общий ход кривой электрической чувствительности после „засвета“ показывает ясное различие между закономерностями световой и электрической чувствительности глаза.

Обсуждение результатов

Установленные факты показывают, что световая чувствительность периферических мест сетчатки обнаруживает длительное и значительное повышение в результате предварительного светового раздражения макулярной зоны. Между тем в опытах С. М. Дионесова, Л. Т. Загорулько и А. В. Лебединского было констатировано снижение периферической чувствительности вслед за раздражением центрального углубления сетчатки. Противоречат ли наши данные наблюдениям упомянутых только что авторов? Мы полагаем, что противоречия между ними нет.

Дело в следующем: С. М. Дионесов, Л. Т. Загорулько и А. В. Лебединский прослеживали ход чувствительности лишь в течение ближайших 16 мин. темновой адаптации, следующих за световым раздражением глаза. Кроме того, они измеряли чувствительность лишь в глазу, подвергавшемуся такому „засвету“.

Наши же эксперименты со световой чувствительностью глаза охватывают гораздо более продолжительный период последующей темновой адаптации, а также касаются и „незасвеченного“ глаза. Установленное нами явление повышения чувствительности наблюдалось на „засвеченном“ глазу как раз не в первые минуты после „засвета“, а в более поздние моменты его темновой адаптации. Что же касается первых минут, то наши данные подтверждают наблюдения названных авторов: в первые минуты после макулярного засвета световая чувствительность засвеченного глаза действительно обнаруживает снижение. Таким образом вся картина действия макулярного „засвета“ на последующую световую чувствительность периферии складывается из двух фаз. Первая, более короткая, — фаза снижения чувствительности, и вторая, более длительная, — фаза повышенной световой чувствительности. В упомянутых опытах, вышедших из лаборатории акад. Л. А. Орбели, констатирована и описана лишь первая фаза. В наших опытах установлено наличие второй фазы.

Если стоять на точке зрения гипотезы реципрокной иннервации системы колбочкового и палочкового зрения, то вся картина явления может быть истолкована как эффект растормаживания, сказывающийся в повышенной возбудимости первоначального заторможенного аппарата палочкового зрения. Раздражение макулярной зоны с точки зрения этой гипотезы есть тормоз для функционирования периферического аппарата зрения; во время действия такого раздражения и в ближайшие минуты после его окончания световая чувствительность периферии

бывает поэтому сниженной. Когда же тормозное действие макулярного раздражения проходит, то расторможенный палочковый аппарат глаза обнаруживает, наоборот, сверхнормальную возбудимость, чему и соответствует период повышенной световой чувствительности. Если придерживаться подобной гипотезы, то повышение световой чувствительности периферии можно ожидать главным образом лишь после „засвета“, затрагивающего область желтого пятна, где по преимуществу сконцентрированы колбочки. Равным образом особенно действенным должен быть „засвет“ красным светом.

Так, действительно, дело и обстоит на опыте.

Что касается „незасвеченного“ глаза, то в данных наших опытах фазы пониженной чувствительности после „засвета“ нам наблюдать не удалось.

Картины изменений электрической чувствительности глаз после светового раздражения одного из них не позволяют сделать какого-либо обобщения относительно роли отдельных зон сетчатки. Здесь можно лишь сказать, что и раздражение периферических мест сетчатки способствует последующему повышению электрической чувствительности. Следует отметить, что, в отличие от хода световой чувствительности, электрическая чувствительность глаза по прекращении „засвета“ в большинстве случаев неизменно падает (лишь в 5-м варианте мы наблюдаем несколько иной ход кривой — со вторым максимумом).

Несомненно, что своеобразие всех кривых электрической чувствительности глаза получит свое объяснение лишь тогда, когда будут ближе выяснены те нервно-анатомические механизмы возбуждения, которые лежат в основе субъективных впечатлений, вызываемых действием тока на глаз.

Выводы

1. Предварительное специальное световое раздражение (белым светом яркостью около 250 люксов (перпендикулярно к белой поверхности) может влечь за собою значительное и длительное повышение световой чувствительности периферических мест сетчатки.

2. Необходимым условием такого повышения световой чувствительности периферических мест сетчатки после предварительного специального светового раздражения („засвета“) является раздражение предварительным „засветом“ макулярной зоны глаза.

3. Повышение чувствительности наблюдается при этих условиях как на глазу, подвергавшемся предварительному „засвету“, так и на глазу, предварительно специально не раздражавшемся.

4. Периоду повышенной чувствительности после „засвета“ предшествует для освещавшегося глаза краткая фаза понижения чувствительности.

5. Предварительное световое раздражение одних лишь периферических частей сетчатки, без макулярной области, влечет за собой, наоборот, последующее снижение световой чувствительности периферических мест глаза.

6. Предварительное специальное световое раздражение одного глаза (белым светом яркостью около 250 люкс. перпендикулярно белой поверхности) влечет за собою повышение и электрической чувствительности глаза. Такое повышение всегда наблюдалось нами на „засвеченном“ глазу.

7. В нераздражавшемся же предварительно глазу повышение чувствительности наблюдалось нами только в тех случаях, когда пред-

варительное световое раздражение затрагивало все поле зрения одного глаза; при иных вариантах предварительного „засвета“ в нераздражавшемся глазу наблюдалась, скорее, сниженная электрическая чувствительность.

8. Электрическая чувствительность глаза после „засвета“ обнаруживает ход изменений, отличный от хода измененной световой чувствительности. Достигая максимума к концу „засвета“, электрическая чувствительность в ходе темновой адаптации обычно неизменно падает.

9. Электрическая чувствительность глаза не является поэтому показателем чувствительности палочкового зрения к адекватному световому раздражителю.

10. Факт зависимости последующего повышения световой чувствительности периферических мест сетчатки от предварительного раздражения специально макулярной области ее может быть истолкован с точки зрения гипотезы реципрокной иннервации систем колбочкового и палочкового зрения.

Поступило в редакцию
13 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Кравков и Е. Н. Семеновская. Сборн. „Зрительные ощущения и восприятия“. Москва 1935. S. W. Kravkov и E. N. Semenovskaja. Graefes Archiv für Ophthalmologie Bd. 130. 1933.—2. Е. Н. Семеновская. Сборн. „Зрительные ощущения и восприятия“. Москва 1935.—3. С. М. Дионесов, Л. Т. Загорулько и А. В. Лебединский. Физиологический журнал СССР. № 3, т. XVII, 1934.—4. А. И. Богословский. Сборн. „Зрительные ощущения и восприятия“. Москва 1935.

L'EFFET DE L'EXCITATION LUMINEUSE SPÉCIALE PRÉALABLE DE LA RÉTINE SUR LA SENSIBILITÉ LUMINEUSE ET ÉLECTRIQUE SUIVANTE DE L'OEIL

Par A. J. Bogouslovsky, S. V. Kravkov et E. N. Semenovskaja

Travail du Laboratoire de Psychophysiologie des sensations de Institut Psychologique d'Etat à Moscou

1. Une excitation lumineuse spéciale préalable (pour une lumière blanche brillante circa 250 lux sur blanc) peut avoir pour effet un accroissement considérable et prolongé de la sensibilité lumineuse des parts périphériques de la rétine.

2. Pour produire cet effet il faut que la stimulation lumineuse préalable atteigne la zone maculaire.

3. Dans ces conditions l'accroissement de la sensibilité est observée également dans l'oeil qui avait été soumis à l'excitation préalable, comme dans celui qui ne l'avait pas été.

4. La phase de l'accroissement de la sensibilité dans l'oeil, qui avait été soumis à l'excitation est précédée par une courte phase de décroissement.

5. Dans le cas où seules les parties périphériques de la rétine avaient été stimulées, suit un décroissement de la sensibilité dans la périphérie de l'oeil.

6. Une excitation lumineuse spéciale préalable d'un oeil (par une lumière blanche circa 250 lux sur blanc) entraîne aussi un accroissement de la sensibilité électrique; le phénomène a été observé par nous, dans l'oeil qui avait été soumis à l'excitation.

7. Quant à l'oeil non soumis à l'excitation cet accroissement de sensibilité électrique a été observé par nous seulement dans le cas où l'excitation préalable atteignait tout le champ visuel de l'autre oeil. Dans les autres variantes, dans le cas de l'oeil non stimulé, se faisait plutôt observer un décroissement de la sensibilité électrique.

8. La sensibilité électrique de l'oeil après une excitation lumineuse préalable, donne des courbes tout autres que la sensibilité lumineuse. Après avoir atteint son maximum, vers la fin de l'excitation, elle décroît invariablement au cours de l'adaptation à l'obscurité.

9. Voilà pourquoi la sensibilité électrique ne peut pas servir de criterium pour la sensibilité adéquate de la vision périphérique (c'est à dire de la sensibilité de l'appareil de bâtonnets à la lumière).

10. Le fait qu'une excitation de la zone maculaire provoque en accroissement de la sensibilité dans la périphérie de la rétine, peut trouver une explication assez suffisante dans l'hypothèse de l'innervation réciproque du système des cônes et de celui des bâtonnets.

О ВЛИЯНИИ СЛУХОВЫХ РАЗДРАЖЕНИЙ НА СЛИТИЕ МЕЛЬКАНИЙ

Из лаборатории психофизиологии ощущений Государственного института психологии
в Москве

С. В. Кравков

Влияние слуховых раздражений на зрение отмечалось уже в работах ряда исследователей [Урбанчик (1), Лазарев (2), в недавнее время Яковлев (3)]. Мы в наших последних работах также касались этой проблемы. Изучая влияние звукового раздражения на остроту зрения (4), иррадиацию (5) и различительную чувствительность глаза (6), мы констатировали, что влияние слухового раздражителя может быть понято как усиление состояния центрального возбуждения нашего оптического аппарата, вызываемого прямым световым стимулом.

Естественно было ожидать поэтому, что и такая функция зрения, как слитие мельканий, должна обнаруживать изменения при воздействии акустического раздражителя. Указания на то, что критическая частота мельканий действительно может меняться под влиянием звука, мы находим в недавних опытах Schiller (7). Экспериментально проверить действие звука на критическую частоту мельканий и ближе исследовать различные факторы, влияющие на изменяемость критической частоты мельканий при воздействии звука, и было целью наших описываемых ниже опытов.

Методика

Расположение приборов, применявшихся нами при определении критической частоты мельканий, показано ниже, на рис. 1.

Внутри ящика $SS_1S_2S_3$ помещался мотор M , приводивший во вращение картонный диск K , разделенный на четыре сектора по 90° каждый; два сектора были покрыты белой бумагой, два — черной. Диск K освещался двумя автомобильными лампочками L_1 и L_2 , питаемыми постоянным током при постоянном напряжении в 7 В. Скорость вращения мотора M могла регулироваться реостатом и отсчитывалась по тахометру T , присоединенному к оси мотора. В передней стенке ящика $SS_1S_2S_3$ имелось круглое отверстие O , 9 мм в диаметре. Исследуемый глаз испытуемого помещался в A и смотрел всегда сквозь искусственный зрачок P , 2 мм в диаметре. Другой глаз испытуемого был выключен посредством непрозрачного диска, вставленного в очковую оправу. Испытуемый должен был смотреть своим исследуемым глазом на отверстие O или прямо, или же — в других сериях наших опытов — периферическими местами сетчатки. В последнем случае на стенке S_1S_2 испытуемому давалась слабая фиксационная точка F , расположенная влево от отверстия O . Экспериментатор посредством реостата менял скорость вращения мотора M таким образом, что испытуемому предъявлялось попеременно то немигающее, то мигающее поле. Путем постепенного изменения скорости вращения мотора немигающее поле делалось постепенно мигающим, и обратно — мигающее становилось немигающим. Испытуемый должен был отмечать рубежные моменты

появления и исчезновения миганий. Средние величины найденных таким путем значений и брались как выражающие критическую частоту мельканий.

Опыты производились в темной комнате.

В качестве звукового раздражения нами применялся звук, дававшийся ламповым генератором. Высота звука соответствовала 2100 колебаний в секунду. Интенсивность его количественно нами не определялась, но была достаточно большой. Звук подводился посредством телефонных трубок к обоим ушам испытуемого.

Нами исследовалось влияние звука на критическую частоту мельканий отдельно по отношению к зрению центральному и по отношению к зрению периферическому. В сериях опытов с центральным зрением испытуемый помещался перед отверстием O на расстоянии 65 см и прямо фиксировал это отверстие. При этих условиях отверстие

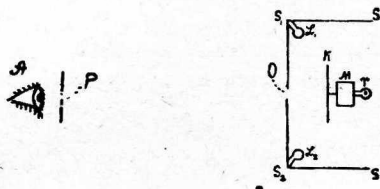


Рис. 1.

ему было видно под углом в 45° и, следовательно, вполне умещалось на центральной ямке желтого пятна сетчатки. В сериях опытов с периферическим зрением испытуемый с расстояния в 50 см смотрел на фиксационную точку, расположенную на 9° влево от центра отверстия O . Отверстие было видно под углом около 1° . Что касается яркости белых секторов диска K , то она была около $5 \cdot 10^{-3}$ стильба; яркость черных секторов диска составляла около 3,5% этой величины. Опыты производились в период времени с ноября 1934 г. по май 1935 г. В качестве испытуемых в работе принимало участие 7 чел.

Влияние звука исследовалось нами в ходе идущей темновой адаптации глаз испытуемых, вызываемой их пребыванием в темной комнате.

Результаты

1. Звуковое раздражение повышает критическую частоту мельканий при центральном зрении

Если мы, в ходе темновой адаптации, чередуем определения критической частоты мельканий, делаемые без звука, с определениями, производимыми при наличии звука, то последние определения всегда дают более высокие значения критической частоты. Таким образом кривая, проведенная по точкам, полученным при звуке, всегда лежит выше кривой, проведенной по точкам, найденным в отсутствии звука.

На рис. 2 приводятся данные опыта с испытуемым С., типичные для описываемых случаев. По абсциссе отложено время пребывания в комнате в минутах, по ординате — критическая частота мельканий (число периодов смены света темнотою в секунду). Повышающее оптическое частоту действие звука при центральном зрении весьма ясно сказывалось и в другом варианте этой серии наших опытов, когда мы давали звук на 10–12 мин. после получасовой темновой адаптации исследуемого глаза. Во время слухового раздражения кри-

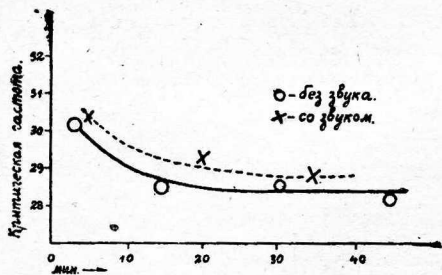


Рис. 2.

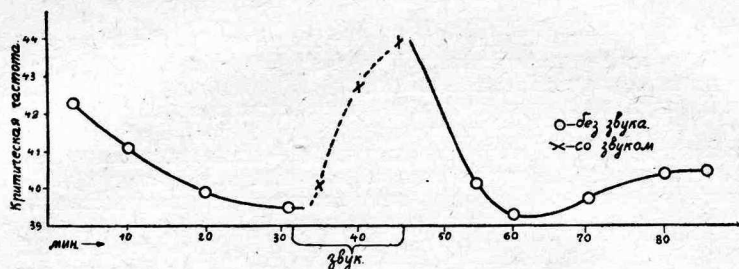


Рис. 3.

тическая частота повышается, по прекращении звука — снижается вновь до исходного уровня. На рис. 3 приведен иллюстрирующий подобную закономерность опыт с испытуемой Л.

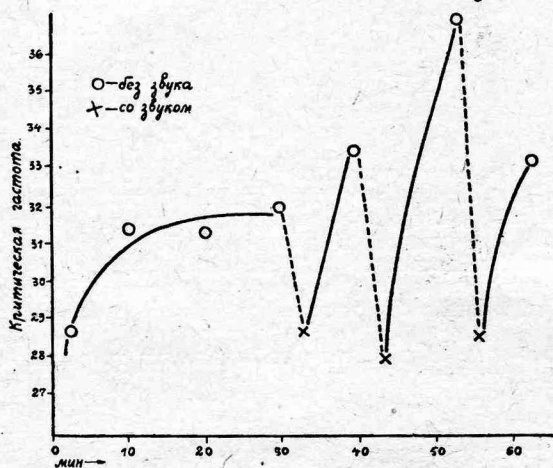


Рис. 4.

II. Звуковое раздражение понижает критическую частоту мельканий при периферическом зрении

Рис. 4 показывает результаты опыта с испытуемой Л., смотревшей на мелькающее поле периферией сетчатки. После получасовой темновой адаптации мы здесь чередовали определения критической частоты мельканий, производимые в отсутствие звука, с определениями, производимыми

при наличии звукового раздражения. Как можно видеть из рис. 4, все точки, полученные при звуке, лежат значительно ниже точек, полученных без звука.

При звуке, длящемся 10—20 мин., мы наблюдаем то же самое явление. Типичную для всех испытуемых картину воспроизводит рис. 5, показывающий результаты опыта с испытуемым Б, когда после получасовой темновой адаптации в течение 20 мин. действовал звук и через 10 мин. после его окончания была измерена критическая частота вновь без звука.

III. После прекращения звукового раздражения критическая частота мельканий при периферическом зрении обнаруживает сверхнормальное повышение

Ниже, на рис. 6, приведены типичные данные двух

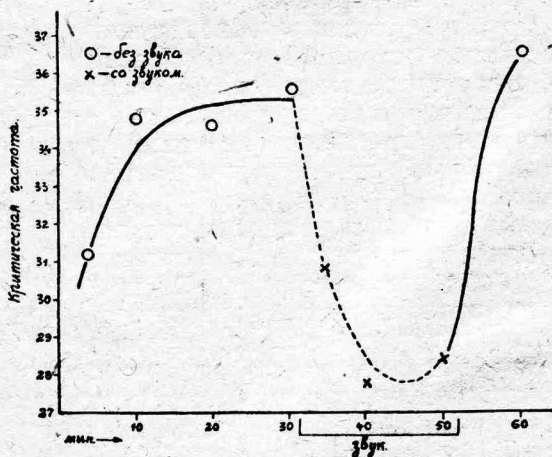


Рис. 5.

опытов с испытуемой Л. В одном из этих опытов (8/IV) с 32-й по 47-ю минуты темновой адаптации испытуемая подвергалась звуковому раздражению, в другом же, контрольном, опыте (9/IV) такое раздражение отсутствовало. В обоих случаях опыт длился более 90 мин. Как ясно видно из рис. 6, по прекращении звука критическая частота быстро растет и длительно остается на уровне значительно более высоком, чем тот, который соответствует тому же времени адаптации, но без предшествующего звукового раздражения.¹

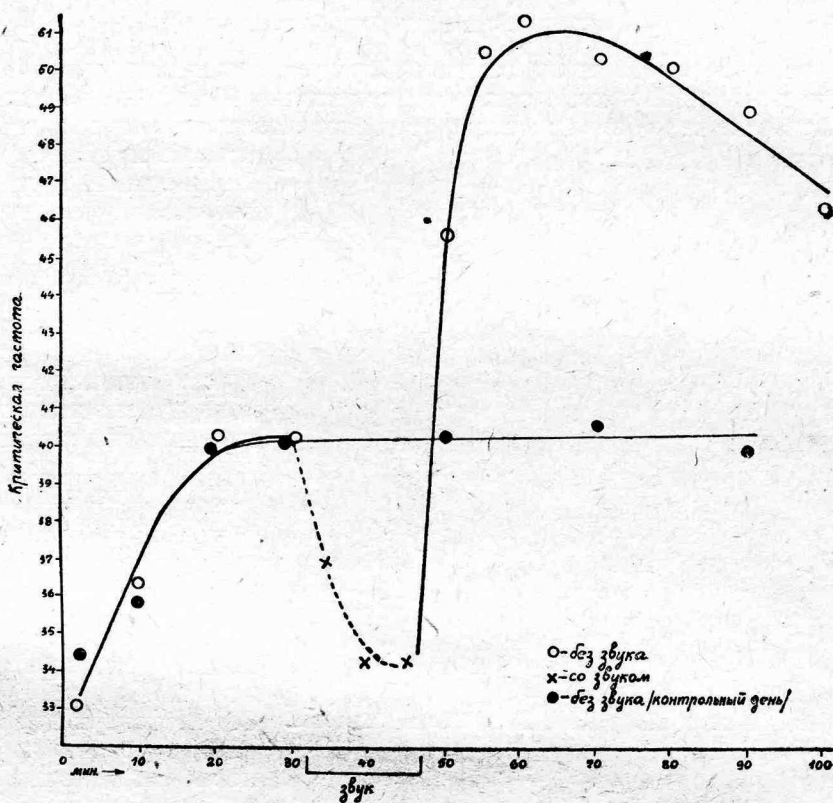


Рис. 6.

Описываемый вариант эксперимента был приведен нами с двумя испытуемыми. Данные всех постоянных опытов были подобны приведенным на рис. 6.

IV. При длительном действии звукового раздражителя влияние его на критическую частоту проходит через максимум

Воздействуя на испытуемого звуком в течение 30 и более минут, мы наблюдали, что действие звука первоначально быстро нарастает, достигает известного максимума, после чего начинает постепенно идти на убыль. Можно говорить, таким образом, об явлении известной адаптации субъекта к побочному раздражению. Такую картину мы наблюдали как в случае центрального зрения (когда звук повышает

¹ Абсолютные уровни критической частоты мельканий в эти два дня (8 и 9 апреля) оказались различными, и на рисунке искусственно приведены два начала кривых в совпадении.

критическую частоту), так и в случае периферического зрения (когда звук снижает критическую частоту). Вследствие некоторой тягостности для испытуемого длительного раздражения звуков применявшейся нами интенсивности мы не проводили опытов с еще более продолжительным действием звука. Ниже, на рис. 7, приведены данные одного опыта с испытуемым Б., типичные для описываемого случая.

Обсуждение результатов

Как можно видеть из приведенных кривых, изменение критической частоты мельканий в ходе темновой адаптации имеет совсем различное направление в зависимости от того, имеем ли мы дело с цен-

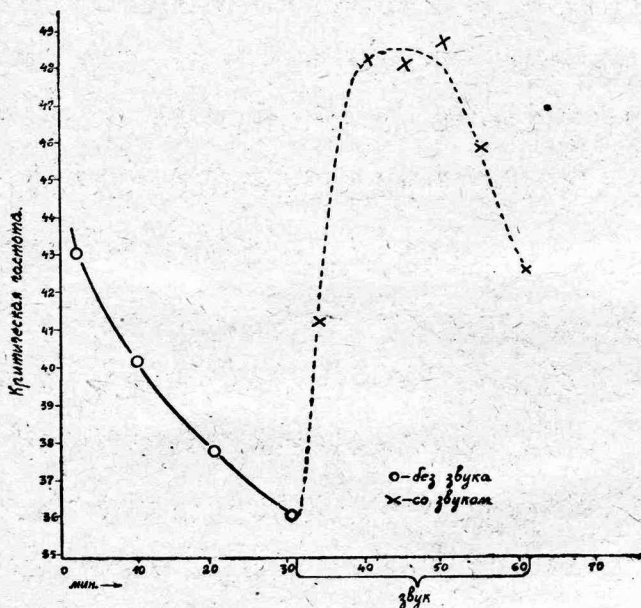


Рис. 7.

тральным или с периферическим зрением. В первом случае критическая частота мельканий во время темновой адаптации снижается, во втором случае, наоборот, возрастает. Возможность такого противоположного хода кривых изменения критической частоты мельканий во время темновой адаптации была установлена впервые М. Н. Шатерниковым (8) и в более недавнее время подтверждена Lythgoe и Tinsley (9). Соответствующие вариации условий в экспериментах этих исследователей показали, что различие в ходе

кривых зависит от того, функционирует ли у нас по преимуществу аппарат колбочек сетчатки или же аппарат палочек.

Поэтому, применительно к нашим опытам, мы имеем основание думать, что в случае зрения периферическими частями сетчатки мы имеем дело по преимуществу с палочковым аппаратом зрения, в противоположность по преимуществу колбочковому аппарату, функционировавшему при центральном зрении.

Таким образом мы на основании данных наших экспериментов в праве сказать, что звуковое раздражение противоположным образом изменяет критическую частоту колбочкового и палочкового аппаратов глаза. Критическая частота колбочкового зрения при наличии звука возрастает, как если бы интенсивность действующего на глаз светового раздражителя увеличивалась. Критическая частота палочкового зрения от звука снижается, как если бы интенсивность прямого светового раздражителя уменьшалась.

Во всех наших предыдущих опытах, касающихся влияния звука на различные зрительные функции (остроту зрения, иррадиацию, раз-

личительную чувствительность) звук влиял подобно усилению прямого раздражения. Такой характер его влияния можно было объяснить посредством простых представлений о переходе возбуждения со слухового нерва на зрительный, — переходе, происходящем там, где проводящие пути слухового и зрительного рецептора оказываются особенно сближенными — именно в области четверохолмия.

Естественно поэтому придерживаться подобного же толкования действия звука на оптический нерв и при попытке дать объяснение фактам, установленным нами в настоящем исследовании. Применительно к повышению критической частоты мельканий при центральном зрении такое представление о звуке, как об усилителе прямого оптического раздражения не вызывает каких-либо затруднений. Световое раздражение от звукового раздражения делается более сильным и потому критическая частота мельканий возрастает. Но как объяснить в таком случае снижение критической частоты, производимое звуком при периферическом зрении?

Мы склонны думать, что здесь мы имеем перед собою факт понижения функциональной способности палочек под влиянием возбуждения колбочек. В пользу существования подобного антагонистического отношения между функционированием обоих аппаратов нашего зрения говорит все большее число фактов, наблюдавшихся за последнее время, различными исследователями. Упомянем здесь опыты Дионесова, Загорулько и Лебединского из лаборатории акад. Л. А. Орбели, а также эксперименты Богословского, Семеновской и наши (11). Все они говорят за то, что чувствительность периферии зависит от наличной или предшествующей возбужденности макулярной области глаза. При этом есть основания понимать эту зависимость именно как „затормаживание“ периферии центром. С этой точки зрения, снижение критической частоты от звука при периферическом, палочковом, зрении есть следствие возбужденности, вызываемой в то же самое время звуком в колбочковом аппарате нашего зрения.

Концепция „реципрокной иннервации“ палочковой и колбочковой системы нашего зрения может быть приложена и к попытке объяснить факт сверхнормального повышения критической частоты мельканий, наблюдаемый при периферическом зрении вслед за прекращением звука. Если звук есть „тормоз“ для чувствительности палочкового аппарата, то устранение тормоза — „растормаживание“ — нередко сказывается именно повышенной возбудимостью затормаживавшейся системы. Любопытно указать, что совершенно аналогичную картину повышения световой чувствительности палочкового аппарата глаза вслед за прекращением звукового раздражения наблюдала Е. Н. Семеновская (12) в своих недавних, еще не опубликованных, опытах при определении порога светоощущения на адаптометре.

Наконец, поскольку звук усиливает возбуждение лишь в колбочковом аппарате нашего зрения, мы имеем основание заключить, что и анатомически волокна слухового нерва в подкорковых центрах контактируют лишь с колбочковыми волокнами нерва зрительного.

В заключение автор хотел бы подчеркнуть, что он вполне сознает гипотетичность изложенного объяснения.

Вопрос, несомненно, стал бы на более твердую почву, если бы были объяснены различия в кривых адаптации для критической частоты палочкового и колбочкового зрения — различия, имеющиеся и без всякого побочного раздражения. Вероятно, эти различия зависят

от разного влияния темновой адаптации на скорость нарастания ощущения и скорость затухания последовательных образов для колбочек и палочек.

Экспериментальное исследование этих проблем и имеется в виду автором.

Выводы

1. Звуковое раздражение может значительно изменять критическую частоту мельканий.

2. Характер этих изменений различен в зависимости от того, имеем ли мы дело с колбочковым или с палочковым зрением. В случае колбочкового зрения критическая частота от звука повышается. В случае палочкового зрения — снижается.

3. Вслед за прекращением звукового раздражения при периферическом зрении наблюдается период сверхнормального повышения критической частоты мельканий.

4. При длительном воздействии звука влияние его на критическую частоту мельканий проходит через максимум.

5. Можно думать, что повышение критической частоты при колбочковом зрении есть результат прямого усиления звуком возбужденности колбочковых волокон глаза; снижение же критической частоты при периферическом зрении есть проявление функционального угнетения палочкового аппарата под влиянием одновременной возбужденности аппарата колбочкового.

Поступило в редакцию
7 июля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. V. Urbantschitsch. Arch. f. d. Physiol. 1888, Bd. 42, 154—183. — 2. П. П. Лазарев и И. Х. Павлова. Доклады Академии наук СССР, 1927, № 18 А, стр. 275. — 3. П. А. Яковлев. Сборн. «Зрительные ощущения и восприятия». 1935, стр. 127. — 4. С. В. Кравков. Журнал прикладной физики, 1930, т. 7. — 5. S. V. Kravkov. Graefes Archiv f. Ophthalmologie, 1933, CXXIX, 440—429. — 6. S. V. Kravkov. Graefes Archiv f. Ophthalmologie, 1933, CXXXII, 421—429. — 7. Schiller P. von. Ztschr. f. Psychol., 1932, CXXV, 249—289. — 8. M. N. Schaternikoff. Ztschr. f. Psychol. 1902, XXIX, 241—255. — 9. B. J. Lytkoe a. K. Tansley. The Adaptation of the Eye. Its Relation to, the Critical Frequency of Flicker. London 1929, 26—27. — 10. С. М. Дионесов, Л. Т. Загоруйко и А. В. Лебединский, Физиол. журн. СССР. 1934, т. 17, стр. 560. — 11. С. В. Кравков, Е. Н. Семеновская и А. И. Богословский, Физиолог. журн. СССР, 1935, т. XX № 6.

L'EFFET DES EXCITATIONS AUDITIVES SUR LA FRÉQUENCE DES PAPILLOTEMENTS

Par S. V. Kravkov

Travail du Laboratoire de Psychophysiologie des sensations de L'Institut Psychologique d'Etat à Moscou

1. Une excitation auditive peut mediller considerablement la fréquence critique des papillotements.

2. Ces modifications portent un caractère different selon que nous avons à faire à la vision avec les bâtonnets, ou à la vision avec les cônes de la rétine. Dans les cas de la vision centrale, la fréquence critique est augmentés par le son. Dans les cas de la vision périphérique — elle baisse.

3. La suspension de l'excitation auditive est suivie dans le cas de la vision périphérique par une période d'augmentation supranormale de la fréquence critique.

4. Dans les cas d'excitation auditive prolongée, l'on observe que l'action de cette excitation sur la fréquence critique des papillotements passe par un maximum.

5. Il est possible de supposer que l'augmentation de la fréquence critique dans les cas de la vision avec les cônes est le résultat d'un renforcement direct de l'excitation des fibres optiques correspondants, par le son. L'abaissement de la fréquence critique dans les cas de la vision périphérique manifeste alors une „oppression“ fonctionnelle de l'appareil des bâtonnets sous l'influence d'une excitation simultanée de l'appareil des cônes.

МАТЕРИАЛЫ ПО ОБМЕНУ ВЕЩЕСТВ ОРГАНИЗМА ПРИ ОБИЛЬНОМ БЕЛКОВОМ ПИТАНИИ

Сообщение 4. Окислительно-восстановительные процессы

Е. Я. Гейман, Р. М. Кутюк и Е. Н. Морозова

Из сектора физиологии и биохимии питания Ленинградского научно-исследовательского института общественного питания и кафедры биохимии 2-го Ленинградского медицинского института (завед. — проф. А. Ю. Харит)

Окислительно-восстановительные процессы в организме несомненно тесно связаны с питанием, и можно ожидать, что изменение качественной и количественной стороны последнего способно вызвать некоторые сдвиги в окислительно-восстановительных процессах. Естественно возникает мысль о попытке использования этих сдвигов для выработки рационального питания. Поэтому изучение окислительно-восстановительных процессов при белковом питании является тесно связанным со всем сложным комплексом нашей темы. Сюда же при- мыкает изучение морфологии крови.

В наших исследованиях по этому разделу мы определяли гемоглобин, количество эритроцитов и лейкоцитов, лейкоцитарную формулу по Schilling, каталазное число и пероксидазу, глутатион, а также вазат-кислород в моче по Müller.

Каталаза, пероксидаза и картина крови

В какой степени каталаза и пероксидаза представляют собой отражение окислительно-восстановительных процессов в организме? Изменяется ли каталаза под влиянием усиления или ослабления окислительных процессов и физиологических условий, связанных с этим?

Amberg и Winternitz — на яйцах морских ежей, Bialoscewicz — на яйцах лягушки наблюдали значительное усиление окислительных процессов без изменения действия каталазы.

В противоположность этому W. и E. Burge, на основании работ с разными стадиями развития жука, связывают возрастные изменения окислительных процессов с действием каталазы. Факт усиления действия каталазы при прорастании разных семян установлен также рядом других авторов.

Весьма разнообразны данные исследования каталазы на клиническом материале. Находили уменьшение каталазы при гипотиреозидизме и увеличение — при гипертиреозидизме. Количество каталазы при раке печени оказывалось пониженным как в самой печени, так и в крови. Van Thienen нашел обратную зависимость между количеством форменных элементов и каталазой крови.

Все эти далеко не полные и часто противоречивые данные заставляют весьма осторожно отнестись к оценке их значения. Весьма серьезно нужно учесть физиологические индивидуальные и суточные колебания каталазы.

Becht находил колебания каталазы у нормальных животных до 100%. Кольцов установил у морских свинок, кур, рогатого скота несколько конституциональных групп

на основании колебаний каталазного числа. Для людей он указывает на индивидуальные колебания в пределах 10—20. Другие авторы — Бернштейн, Бах, Иваницкий, Василенко и Алексеев тоже указывают на значительные индивидуальные и суточные изменения в содержании каталазы у людей и животных.

В противоположность этим данным, работы школы Штерн отмечают устойчивость каталазы. Непостоянство же цифр эта школа объясняет воздействием на каталазу антикаталазы. Выключение антикаталазы прибавлением ничтожных количеств спирта (1 : 5000) к исследуемому материалу делают цифры каталазы чрезвычайно устойчивыми.

Но если каталаза и не может считаться мерилем окислительных процессов, все же совершенно несомненно, что она принимает участие, хотя может быть и ограниченное, в окислительной системе, разрушая H_2O_2 . Возможно, что наряду с защитным действием она способствует и более экономному расходованию кислорода, так как потребность в нем клеток может пополняться из разрушаемой каталазой H_2O_2 .

Пероксидаза. Если каталаза поддерживает концентрацию H_2O_2 на определенной границе, или путем ее разрушения освобождает для оксидаз молекулярный кислород, то пероксидаза использует образовавшуюся при окислении H_2O_2 для дальнейшего окисления субстрата. При этом она реагирует с одной частицей перекиси водорода, выделяя активный атом кислорода: $O - OH_2$. Пероксидаза специфична для восстанавливаемого вещества, т. е. для той или иной перекиси, но главным образом для H_2O_2 , и не специфична для окисляемого вещества (гваяковая кислота, полифенолы, пирогаллол и др.).

Бах и Культюгин считают оксигемоглобин единственным пероксидазным агентом крови и рассматривают его, как пероксидазный фермент. Другие придерживаются мнения о самостоятельной природе пероксидазы.

Существует ли какая-либо зависимость между каталазой и пероксидазой, с одной стороны, и форменными элементами крови — с другой?

Вопреки мнению van Thienen, Гагариной удалось установить, что изменения каталазы (при выключении антикаталазы) параллельны колебаниям в количестве гемоглобина. Бернштейн считает, что уменьшение каталазного числа при экспериментальной анемии может зависеть как от уменьшения числа эритроцитов, так и от уменьшения каталазы в эритроцитах, и потому предлагает вместо каталазного числа пользоваться каталазным индексом, т. е. частным от деления каталазного числа на количество миллионов эритроцитов. Шохор отрицает пропорциональную зависимость между составом крови и ее пероксидазными и каталазными свойствами. Каталаза, по Шохору, органогенна, пероксидаза имеет источником своего происхождения кровь и изменяется в зависимости от процессов, происходящих в последней, но независимо от числа форменных ее элементов.

Все эти работы не дают прямого ответа на вопрос о взаимоотношении между окислительными ферментами и форменными элементами и Hb крови. Однако, исходя из новейших данных Zeile, Kurt Stern, R. Kuhn об единой геминной природе пероксидазы, каталазы и гемоглобина, мы считаем необходимым проследить действительные взаимоотношения между ними при богатом белковом питании, учитывая, что при этом весьма возможно значительное введение производных геминнов, а отсюда и образование всех родственных геминам ингредиентов.

Опыты ставились только на работах-текстильщиках.

У каждой испытуемой работницы бралась кровь для исследования до экспериментального питания, несколько раз в течение экспериментального питания (150 и 215 г белка) и после прекращения экспериментального питания.

Методика

Каталаза исследовалась по перманганатному методу Баха и Зубковой. Определялось каталазное число и по расчету — каталазный индекс (делением каталазного числа на количество миллионов эритроцитов). Кровь не ставилась в термостат, так как повышение температуры ослабляет активность каталазы: по Баху — вследствие активирования протеазы, разрушающей каталазу, по Штерн — вследствие угнетения антикаталазной филокаталазы. Учтены указания Штерн и Гагариной в отношении антикаталазы: с целью ее разрушения ко всем порциям прибавлялся этиловый спирт в разведении 1 : 5000. При поверочных исследованиях, правда, значительной разницы в опытах со спиртом и без него не получалось.

Для определения пероксидазы чаще всего применяется метод Баха и Зубковой — колориметрический, основанный на окислении пероксидазой гваякола. По дру-

тому методу количества пероксидазы определяется по образованию пурпурогаллина из пирогаллола. Однако Бах и Культьгин показали, что, пользуясь определенным коэффициентом, всегда можно по Hb вычислить пероксидазу крови с наименьшей точностью.

Простота и удобство расчета заставили предпочесть его прямому определению продуктов окисления гваякола. Полученные цифры для пероксидазы соответствуют тысячам миллиграмма окисленного гваякола.

Морфология крови исследовалась обычным путем.

Экспериментальные данные

В табл. 1 и 2 представлены средние данные морфологии крови за данный режим для каждой работницы, а также средние данные за режим для всей бригады. Табл. 3 и 4 характеризуют изменения в Hb , каталазе и пероксидазе.

Начальное содержание Hb и эритроцитов (Er) у всех работниц несколько понижено: Hb — около 60%, Er — 3,5—3,9 млн. Так как количество Er относительно меньше снижено, чем Hb , то цветной показатель ниже единицы — около 0,8. Отдельные данные для каждой работницы, даже по одному режиму, дают значительные колебания. Однако отчетливо намечается тенденция к некоторым изменениям, которые, по видимому, приходится отнести за счет белкового питания: изменяются преимущественно — Hb , каталаза и пероксидаза.

Количество Hb обнаруживает тенденцию к возрастанию, не всегда связанному с увеличением количества Er . Рост процентного содержания Hb при белковых режимах количественно не очень велик, но обнаруживается совершенно закономерно (табл. 3 и 4).

Повышение Hb оказывается весьма непродолжительным: уже через две недели после снятия с экспериментального питания количество Hb возвращается к исходному уровню.

Параллельно с изменением Hb идет и кривая пероксидазы. Поскольку, однако, цифры последней получены не экспериментально, а путем расчета из Hb , самостоятельного значения им придавать не приходится.

В противоположность Hb и пероксидазе, каталазная активность крови, определенная по каталазному числу и каталазному индексу, обнаруживает тенденцию к снижению.

Яснее это выражено на каталазном индексе (у двух работниц — К. из 2-й бригады и Ш. из 1-й бригады — такой тенденции к снижению не обнаружено).

Небольшой размах колебаний между отдельными цифрами при разных режимах, близость их между собой позволяют говорить лишь о намечающейся тенденции к снижению каталазной активности крови при белковом питании.

Белые кровяные тельца: как абсолютное количество лейкоцитов, так и взаимоотношение отдельных групп не позволяют усмотреть каких-либо закономерных изменений. У отдельных испытуемых отмечаются довольно значительные отклонения то в одну, то в другую сторону. У некоторых работниц получен небольшой сдвиг влево при белковом режиме в 215 г белка (до 9%), у трех Ф., Г. и К. — при питании 150 г белка отмечена дегенерация ядер нейтрофилов.

Помимо исследования на людях, нами произведено наблюдение над двумя собаками. Собаки получали после режима, состоявшего из 350 г хлеба и 100 г пшена в день, 1 кг мяса в день, т. е. около 200 г белка; определялись гемоглобин, эритроциты, пероксидаза, каталаза, глутатион и окислительно-восстановительный потенциал. Кровь бралась через день из бедренной артерии. Этих данных недостаточно

ТАБЛИЦА 1
Морфология крови

Испыт.	Нб	Эритроциты	F/1	Лейкоциты	С	П	Ю	Э	Б	Лимфоц.	Моноциты
1-я бригада											
домашнее питание											
Б.	61	3 400 000	0,92	6 370	57	3	0	1	0	37,5	1,5
Л.	58	4 580 000	0,61	7 250	55	3,5	0	5,5	0	33	3
Стр.	58	3 390 000	0,88	8 250	51	6	0	1,5	0	39	3
Ш.	58	3 920 000	0,74	7 700	52,5	7	0	2,5	0	31,5	6
Средн. ...	59	3 570 000	0,79	7 400	54	5	0	2,6	0	35,2	3,4
питание — 150 г белка											
Б.	61	3 655 000	0,85	6 070	47	6,5	0	2	0	41,5	2,5
Л.	67,5	4 780 000	0,71	8 600	56	2	0	1	0	40	1
Стр.	59	4 280 000	0,7	7 470	38	4	0	1	0	55	2
Ш.	64	4 380 000	0,78	8 650	61	3,5	0	1	0	30	3,5
Средн. ...	63	4 260 000	0,76	7 700	50,5	4	0	1,25	0	41,4	2,25
питание — 215 г белка											
Б.	72	3 895 000	0,93	6 500	65	4	0	1	0	27	3
Л.	66,5	4 290 000	0,78	8 250	53	9	0	3	0	35	0
Стр.	71	4 465 000	0,80	7 420	52	4	0	3	0	41	0
Ш.	69	3 985 000	0,87	6 100	64	9	0	3	0	22	2
Средн. ...	69	4 150 000	0,85	7 070	58,5	6,5	0	2,25	0	31,25	1,5
2 домашнее питание											
Б.	61	4 180 000	0,74	7 800	52	0	0	1	0	40	7
Л.	61	4 250 000	0,76	8 000	67	3	0	1	0	27	2
Стр.	60	4 750 000	0,64	8 400	83	0	0	1	0	16	0
Ш.	60	3 240 000	0,94	6 800	50	9	0	5	0	31	5
Средн. ...	60,5	4 105 000	0,77	7 750	63,5	3	0	2	0	28	3,5
2-я бригада											
домашнее питание											
К.	57	3 955 000	0,77	5 800	37	8,5	0	9	1	41,5	3
Ф.	62,5	3 985 000	0,8	7 500	57,5	3,5	0	4,5	0	32,5	2
Ст.	62,5	3 900 000	0,81	5 250	50	8,0	0	5	0	35,0	1
Г.	61,5	3 850 000	0,81	7 300	44	1	0	5,5	0	48,5	1
Средн. ...	61	3 900 000	0,8	6 500	47	5	0	6	0,25	40	2
питание 150 г белка											
К.	65	4 450 000	0,75	7 150	56	10,5	0	4	0	27	2,5
Ф.	67	4 400 000	0,77	8 750	49	7,5	0	3	0	36,5	4
Ст.	64	4 100 000	0,75	8 060	53	10,5	0	2	0	33,5	1
Г.	66	4 500 000	0,74	6 800	52,5	2	0,5	2	0	42	1
Средн. ...	66	4 360 000	0,75	7 600	53	8	0,1	2,5	0	35	2
домашнее питание (после опыта)											
К.	60	3 000 000	1	7 600	30	3	0	3	0	59	5
Ст.	62	4 200 000	0,76	7 800	51	1	0	2	0	46	0
Г.	60	4 200 000	0,71	8 000	42	0	0	2	0	55	1
Средн. ...	61	3 800 000	0,82	7 800	41	1,3	0	2,3	0	53	2

ТАБЛИЦА 2
Каталаза, пероксидаза и содержание гемоглобина
(основная бригада)

Испыт.	Гемоглобин в процентах				Каталазное число				Каталазный индекс				Пероксидаза			
	до-машн. пита-ние	150 г белка	215 г белка	до-машн. пита-ние	до-машн. пита-ние	150 г белка	215 г белка	до-машн. пита-ние	до-машн. пита-ние	150 г белка	215 г белка	до-машн. пита-ние	до-машн. пита-ние	150 г белка	215 г белка	до-машн. пита-ние
Б. Л. Стр. Ш.	61 58 58	61 67 59 64	72 67 71 69	61 61 60 60	13,3 11,94 11,85 11,08	11,6 12,96 12,19 9,41	10,19 11,39 9,1 11,13	3,9 3,0 3,45 2,8	— — — —	3,18 2,76 2,9 2,19	2,65 2,68 2,07 2,81	— — — —	36,6 34,5 34,2 34,2	36,6 40,2 35,4 38,1	42,5 39,9 41,8 41,1	36,3 36,3 36,3 36,3
Среди. . .	59	64	70	60,5	12,04	11,54	10,45	3,29	—	2,76	2,53	—	34,9	37,6	41,4	36,3

ТАБЛИЦА 3
Каталаза, пероксидаза и содержание гемоглобина
(контрольная бригада)

Испыт.	Гемоглобин				Катализное масло				Катализный индекс				Пероксидаза			
	домашн. питание	150 г белка	2 домашн. питание	домашн. питание	150 г белка	2 домашн. питание	домашн. питание	150 г белка	2 домашн. питание	домашн. питание	150 г белка	2 домашн. питание	домашн. питание	150 г белка	2 домашн. питание	
К. Ф. Ст. Г.	57	65	60	7,99	10,9	8,8	2,23	2,45	2,9	33,9	37,5	35,7				
	63	67	—	11,1	11,26	—	2,28	2,59	—	37,2	39,8	—				
	63	64	62	11,9	12,6	9,2	3,1	3,02	2,2/	37,2	37,3	36,9				
	62	66	60	9,9	11,3	8,7	2,6	2,4	2,1	36,6	39,1	35,7				
Средн. . .	61	66	61	10,2	11,52	8,9	2,7	2,6	2,4	36,2	38,5	36,1				

ТАБЛИЦА 4
Содержание глутатиона

Испыт.	Количество эритроцитов (в млн.)	Глутатион (в мг %)			Изменения глутатиона (в процентах)			Глут. коэф.	Прирост GSN глутатиона (в процентах)	Убыль GSSG глутатиона (в процентах)	Режим
		общий	GSH	GSSG	общий	GSH	GSSG				
Б. "Стр. " " С. " Л. " "	3,6	35,04	33,32	1,72	100	100	100	9,2	—	—	150 з белка
	3,9	36,17	34,81	1,36	103,2	104,5	79,0	8,9	+ 4,5	- 21,0	215 з белка
	3,4	34,34	32,11	2,22	100	100	100	9,4			Домашнее питание
	7,3	34,35	33,35	0,99	100,3	103,9	44,6	7,7			150 з белка
	4,5	35,31	34,09	1,22	102,8	106,2	55,0	7,5	+ 6,2	- 45,0	215 з белка
	3,6	38,47	36,24	2,20	100	100	100	11,2			Домашнее питание
	3,4	39,16	37,10	2,06	101,9	102,4	93,6	10,9	+ 24	- 6,4	150 з белка
	4,6	34,35	34,35	—	100	100	—	7,5			Домашнее питание
	4,8	35,21	35,21	—	101,3	101,3	—	7,3			150 з белка
	4,4	36,01	36,01	—	104,8	104,8	—	8,1			215 з белка
К. " Стр. " Ф. " Г.	4,9	36,12	31,83	4,29	100	100	100	6,5			Домашнее питание
	4,4	36,80	33,57	3,23	101,9	105,5	75,3	7,6			150 з белка
	3,9	33,15	32,49	0,66	100	100	8,5	—			Домашнее питание
	4,3	33,50	32,52	0,98	101,1	100,1	148,3	7,5	+ 1,1	+ 48,3	150 з белка
	4,0	32,38	30,38	2,30	100	100	100	7,6			Домашнее питание
	4,6	33,40	32,20	1,79	102,2	106,0	77,8	7,0	+ 6,0	- 22,2	150 з белка
	4,5	33,85	33,62	0,23	—	—	—	7,5	—	—	150 з белка

для каких-либо выводов. Не удалось уловить непосредственной зависимости каталазы (индекс и число) от характера кормления. Пероксидаза имеет тенденцию сразу после питания белками снижаться, но потом это снижение выравнивается. Эритроциты дали значительное снижение. Это последнее, повидимому, не зависит, однако, от характера питания, а является следствием значительных кровопотерь: кровь бралась из артерий через день.

Обсуждение полученных данных

Согласно современным данным, дыхательный фермент (Warburg), цитохром (Keilin), каталаза и пероксидаза представляют собой группу так называемых гемин-содержащих ферментов, ибо активная группа каждого из них геминовой природы, т. е. содержит железо в соединении с порфирином.

В свете новых работ Zeile, Stern и Kuhn о структуре окислительных ферментов, данные, полученные нами на работниках фабрики им. Халтурина предстают в своеобразном освещении. Опыты с обильным белковым питанием дали указание на то, что при белковых пищевых режимах возникают сопряженные изменения в гемоглобине, каталазе и пероксидазе. Кривая пероксидазы является отражением кривой гемоглобина, так как получилась путем перерасчета. Следовательно, ход кривой пероксидазы предreshен ходом кривой Hb; следовательно, ход кривой пероксидазы не может иметь самостоятельного значения.

С большой осторожностью можно говорить о некоторой тенденции к снижению каталазной активности крови под влиянием высоких норм белка в питании. Отсутствие значительной амплитуды размаха не позволяет сделать более определенного вывода (табл. 3 и 4).

Белая кровь не дала каких-либо закономерных отклонений, которые можно было бы связать с родом питания (табл. 1 и 2). В результате остается только факт несомненного роста гемоглобина при обильном белковом питании. Если нарастание содержания Hb и не слишком велико (около 18% к первоначальному уровню), то оно все же выражено совершенно ясно у всех обследованных рабочих. За специфичность влияния белкового питания на повышение Hb говорит следующее: рабочие завода им. Карла Маркса, получавшие норму питания около 4000 кал. в день, но не слишком богатую белками (в состав диеты входили 180—220 г. жира и 110—120 г. белка), не дали столь закономерного повышения Hb.

Сделать какие-либо определенные выводы в отношении влияния белкового питания на окислительно-восстановительные ферменты на основании настоящей работы в окончательном виде нельзя. Этого трудно было бы ожидать в виду огромной приспособляемости организма к изменению внешних условий. Все же о некоторых сдвигах, — о тенденции к повышению Hb и, быть может, о тенденции к снижению каталазной активности, говорить можно. И принимая этот вывод, остается дать объяснение, почему белковый режим отразился именно на этой группе показателей.

Гемоглобин, пероксидаза и каталаза содержат в себе, как указано, геминовую группу. В белковый режим входит большое количество мяса — до 600 г и больше в день. Естественно, что в этом мясе можно усмотреть экзогенный источник геминовых тел. Организм, получая большое количество этих соединений, может синтезировать из них сложные комплексы, необходимые ему для построения Hb и фермен-

тов. Отсюда — высокие белковые нагрузки могут дать общее суммарное повышение веществ, содержащих геминовую группу. Если даже какой-либо из факторов, в данном случае каталаза, обнаруживает склонность к снижению, то это не противоречит данному предположению: распределение экзогенного гемина по отдельным ингредиентам может зависеть от разнообразных, совершенно не изученных моментов. Одна фракция геминовых тел, скажем Hb, могла получить гемина больше за счет другой, но общая сумма геминовых производных должна повыситься. Быть может, одним из факторов, угнетающих и разрушающих каталазу при высоких белковых нагрузках, является нарастание протеолитических ферментов крови, а протеаза, как доказал Бах, разрушает каталазу.

Г л ю т а т и о н к р о в и

Следующим компонентом, который должен был служить показателем окислительно-восстановительных процессов, являлся глутатион.

Еще в 1902 г. Vines установил, что степень белкового расщепления происходит значительно глубже и быстрее при действии папаина в присутствии синильной кислоты. При сравнительном изучении свойств папаина выявилось, что, аналогично протеолитическим системам растительного царства, в животном царстве имеется катепсин, который находится преимущественно в тканях высших животных (в печени, селезенке, почках). Исследования Waldschmidt-Leitz, Schäffner, Bek и Blum обнаружили, что работа этих протеолитических энзимов в значительной мере зависит от активирующего влияния киназ.

Willstätter предположил существование в растениях таких активаторов „фитокиназ“, подобных HCN и H₂S, ускоряющих в опытах *in vitro* протеолиз. Подобно „фитокиназе“ Waldschmidt-Leitz в животных тканях обнаружил также киназу „зоокиназу“, которая активирует катепсин. Очищенный кристаллический препарат зоокиназы из печени, полученный Waldschmidt-Leitz, оказался идентичным с глутатионом. Это подтвердили и исследования Grassman, Schoenebeck и Eibeler. В дальнейшем Grassman, Dyckerhoff доказали, что активирование катепсина и папаина происходило только под влиянием восстановленной формы глутатиона, в то время как дисульфидная форма оказывается недействительной.

Подобно восстановленному глутатиону, активирующее влияние на катепсин обнаруживает и цистеин. Цистин же не оказывает активирующего действия.

Влияние тиосистемы на триптические энзимы, действующие внеклеточно, в настоящее время не является доказанным, и активирующее действие дисульфидной формы глутатиона на панкреатический трипсин, которое наблюдал в своих опытах Grassman, не отличается постоянством.

Таким образом, в настоящее время является доказанным активирующее влияние сульфгидрильных систем (GSH — глутатиона, цистеина) на тканевую протеолиз.

Падение окислительно-восстановительного потенциала, наблюдаемое в тканях с усиленным протеолизом, по мнению Grassman, обуславливается накоплением в данном месте восстановленной тио-системы, которая и обуславливает повышение активности катепсина.

В наших опытах мы исследовали содержание глутатиона крови при различных белковых нагрузках на текстильщиках. Кровь бралась из локтевой вены. После осаждения белков 22% сульфосалициловой кислотой определение глутатиона производилось по методу Woodward и Frey.

Одновременно производился счет эритроцитов.

Приводим средние арифметические данные для 1-й и для 2-й бригад (табл. 5 и 6).

Рассматривая содержание общего глутатиона в венозной крови, можно отметить сравнительно постоянное содержание его, не изменяющееся с увеличением белкового рациона.

Для 1-й бригады содержание общего глутатиона в среднем составляет:

35,72 мг% — при домашнем питании
35,94 мг% — при 150 г белка,
35,83 мг% — при 215 г белка.

То же мы видим и у испытуемых 2-й бригады, где содержание общего глутатиона составляет:

33,88 мг⁰/₀ — при домашнем питании

34,38 мг⁰/₀ — при 150 г белка.

У всех испытуемых, как 1-й так и 2-й бригады, отмечается некоторая тенденция к повышению GSH-формы, с увеличением белкового рациона. В среднем это повышение для 1-й бригады составляет 5,2⁰/₀, при режиме в 215 г белка, и 3,9⁰/₀ для 2-й бригады, при режиме в 150 г белка.

Дисульфидная форма, которая вообще составляет относительно малую часть общего глутатиона, у всех испытуемых, кроме одной, заметно уменьшалась с ростом белковой нагрузки. Так для 1-й бригады в среднем это уменьшение достигало 24,1⁰/₀, в отдельных случаях составляя 45⁰/₀.

Такое же уменьшение окисленной формы глутатиона мы нашли у испытуемых 2-й бригады, где gs-sg форма падала в среднем на 23,4⁰/₀. Только в одном случае мы имели увеличение окисленной формы на 48,3⁰/₀ при повышении белкового режима (см. Ст. — 2-я бригада).

В одном случае окисленная форма глутатиона вообще отсутствовала во время всех исследований, и глутатин присутствовал только в восстановительной форме, которая в среднем равнялась 35⁰/₀ (см. Л. — 1 бригада).

Глутатинный коэффициент Gabbe¹ в наших исследованиях несколько снижался при белковом питании, в среднем колебалась между 6,5 и 9,2.

Аналогичные исследования были нами поставлены на собаках. Вначале собаки получали растительную пищу (хлеба 350 г и пшена 100 г). Затем они были переведены исключительно на мясную пищу, получая вначале по 500 г, а затем по 1000 г мяса ежедневно.

Приводим средние данные для двух собак (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5
Содержание глутатиона

Название	Глутатин (в мг ⁰ / ₀)			Изменение глутатиона (в процентах)			Прирост глутатиона (в процентах)	Прирост глутатиона (в процентах)	Режим
	общий	GSH	GSSG	общий	GSH	GSSG			
Собака № 5	34,17	30,69	3,48	100	100	100	—	—	Хлеба 350 г + + пшена 100 г Мяса 1000 г
	—	—	—	112,1	116,9	70,1	+ 16,9	— 29,9	
Собака № 6	28,07	25,54	2,53	100	100	100			Хлеба 350 г + + пшена 100 г Мяса 1000 г
	32,74	29,55	3,19	116,4	115,7	126,0	+ 15,7	+ 26,0	

¹ Отношение восстановительной формы глутатиона к числу миллионов эритроцитов.

Здесь так же, как и на людях, мы нашли увеличение восстановленной формы глутатиона при белковом питании в одном случае на 16,9% (собака № 5), а в другом — на 15,7% (собака № 6). Дисульфидная форма не дала сходных результатов.

Подытоживая полученные данные, мы можем отметить, что:

1) у женщин в возрасте 20—35 л. содержание общего глутатиона в венозной крови отличается значительным постоянством и колеблется между 32 и 38 мг%, что соответствует данным Gabbe и Bach, которые находили колебания глутатиона у здоровых людей между 30 и 40 мг%;

2) восстановленная форма глутатиона с увеличением белкового рациона обнаружила в наших исследованиях весьма малую тенденцию к повышению в среднем на 4—5%;

3) окисленная форма глутатиона, с увеличением количества введенного белка, значительно уменьшалась (в среднем на 23—24%); однако это падение нельзя отнести только за счет истинного ее уменьшения, так как полученные цифры окисленного глутатиона определялись как арифметическая разность между общим и восстановленным глутатионом;

4) данные, полученные нами на животных, показывают также некоторое увеличение восстановленного глутатиона при переходе на мясную, богатую белками пищу. В среднем это увеличение достигает 16—17%.

Вакатный кислород

Один из компонентов, изучавшихся нами для суждения об окислительно-восстановительных процессах, был вакатный кислород. При условии полного окисления весь углерод должен был бы полностью выделяться легкими в виде CO_2 . Чем больше в моче углерод-содержащих веществ, тем хуже энергетически использованы и, следовательно, менее совершенны процессы в организме. Выделение с мочой этого недоокисленного или „дезоксидабельного“ углерода было изучено Bickel и его школой при разных физиологических и патологических состояниях. Так как абсолютное количество углерода мочи подвержено большим колебаниям, то Bickel разработал постоянный показатель C:N, т. е. отношение суточного количества углерода к суточному количеству азота, выделяемого с мочой. Этот коэффициент не может достаточно полно отражать окислительные процессы, ибо в моче кроме недоокисленного углерода содержатся недоокисленный водород и сера, которые должны были бы окислиться до воды и серной кислоты. Этот недочет восполнен Müller, который дает метод суммарного определения всех недоокисленных веществ мочи или так называемый метод определения „вакатного кислорода“, идущего на окисление недоокисленных веществ мочи. Необходимый для окисления кислород берется из KJO_3 при его разложении в кислой среде с выделением свободного кислорода.

Моча сжигается с определенной (избыточной) навеской KJO_3 в крепкой серной кислоте. Избыточное количество KJO_3 , не ушедшее на окисление, оттитровывается гипосульфитом. Так как с KJO_3 реагируют и хлориды мочи, то последние определялись нами и учитывались.

Для сравнения Müller не пользуется абсолютными цифрами vakat — O_2 , как величинами, подверженными большим колебаниям. Им берется более постоянный окислительный коэффициент O:N, т. е. отношение суточного количества кислорода, идущего на окисление недоокисленных веществ мочи, к суточному количеству азота, выделяемого с мочой. При нормальных условиях этот показатель довольно постоянен для

данного вида животного. У человека он колеблется от 1,14 до 1,17 (Büttner). При патологии обмена, связанного с нарушением нормального хода окислительных процессов, встречаются большие сдвиги $O:N$; так, при диабете окислительный коэффициент колеблется от 1,14 до 6,2 (Büttner).

Изменение окислительного коэффициента при различных воздействиях на организм изучалось целым рядом авторов из школы Bickel (Goldsmidt, Spirt, Goldblom, Büttner и др.). Наблюдалось влияние лучистой энергии, ядов, щелочей и различных фармакологических препаратов на окислительный коэффициент. Ремезов наблюдал дезоксидативную карбонурю у рабочих при переутомлении. По интересующему нас вопросу о влиянии различных белковых норм на ход окислительных процессов специальных исследований не имеется. Встречаются указания Osika (из лаборатории Bikel) о том, что окислительный коэффициент мочи тем больше, чем меньше в пище белков. Эти соображения Osika мы имели возможность подвергнуть проверке при наших опытах на людях.

ТАБЛИЦА 6
Вакатный кислород

№	Испыт.	Дата	Суточное количество мочи	Суточное количество Vakato-O ₂	№	Испыт.	Дата	Суточное количество мочи	Суточное количество Vakato-O
Режим — домашнее питание					Режим — 150 г белка				
1	Б.	28/X	1 725	6,46	42	С.	26/XI	1 750	9,08
2	"	11/XI	1 695	10,33	43	Стр.	27/I	2 200	27,26
3	"	12/XI	1 645	7,28	44	"	27/I	1 700	42,16
4	"	13/XI	1 740	15,03	45	"	28/I	1 300	11,31
5	"	14/XI	1 015	6,15	46	Ш.	24/I	1 530	16,68
6	"	15 XI	1 000	9,75	47	"	27/I	1 400	21,18
7	Л.	28/XI	1 125	8,43	48	К.	28/XII	1 350	17,07
8	"	11/XI	1 712	11,37	49	"	29/XII	950	11,99
9	"	12/XI	1 865	11,60	50	"	17/I	1 500	10,75
10	"	13 XI	1 295	9,38	51	"	18/I	1 270	13,78
11	"	14/XI	1 385	10,30	52	"	19/I	1 570	16,06
12	С.	28/X	1 594	29,30	53	Ст.	28/XII	1 150	17,83
13	"	31/X	1 715	9,42	54	"	17/I	2 530	30,96
14	"	1/XI	1 374	13,90	55	"	18/I	1 280	14,02
15	Стр.	28/X	1 415	11,40	56	"	19/I	1 480	17,30
16	"	31/X	1 650	14,54	57	Ф.	17/XI	1 210	11,50
17	"	1/IX	1 715	15,60	58	"	19/XI	1 605	13,40
18	"	13/XI	1 785	15,01	59	"	21/XI	1 275	15,66
19	"	14/XI	2 025	19,74	60	"	1/XII	1 800	11,82
20	"	15/XI	2 485	23,18					
21	Ш.	11/XI	1 750	12,89					
22	"	12 XI	1 250	12,29					
23	"	13/XI	1 355	14,85					
24	"	14/XI	1 550	4,40					
25	"	15/XI	1 325	7,91					
26	К.	4/XI	1 260	14,55					
27	"	5/XI	1 340	8,46					
28	"	17/XI	1 750	8,27	61	Стр.	11/II	2 150	21,29
29	"	19/XI	1 675	13,00	62	"	12/II	2 320	19,49
30	"	1/XII	1 710	11,36	63	Б.	12/II	1 390	15,00
31	Ст.	17/XI	1 625	44,48	64	"	9/III	1 460	21,60
32	"	18/XI	1 205	24,02	65	"	10/III	1 240	17,86
33	"	19/XI	1 595	14,35	66	Л.	11/II	2 070	22,95
34	"	21/XI	1 825	25,02	67	"	10/III	1 690	34,98
35	"	29/XI	1 880	10,73	68	Ш.	9 III	1 510	20,69
36	"	1/XII	1 835	14,19	69	"	11/II	1 480	18,10
37	Г.	26/XII	1 260	9,90					
38	"	27/XII	1 500	17,10					
39	"	29/XII	1 350	12,67					
40	"	28/XII	1 140	14,37					
41	"	17/I	1 700	19,80					
Средн.				13,19					
					Режим — 215 г белка				
					61	Стр.	11/II	2 150	21,29
					62	"	12/II	2 320	19,49
					63	Б.	12/II	1 390	15,00
					64	"	9/III	1 460	21,60
					65	"	10/III	1 240	17,86
					66	Л.	11/II	2 070	22,95
					67	"	10/III	1 690	34,98
					68	Ш.	9 III	1 510	20,69
					69	"	11/II	1 480	18,10

Нами изучался окислительный коэффициент $O:N$ у работниц при трех пищевых режимах: 1) при домашнем питании, 2) при режиме питания 150 г белка, 3) при режиме питания 215 г белка. Калораж суточной пищи все время оставался одинаковым. Наши данные суммированы в помещенных ниже таблицах.

Как видно из табл. 6, величины вакатного кислорода у работниц при режимах домашнего питания (150 г белка и 215 г белка) подвержены большим колебаниям. Сравнивая между собой средние данные по каждому режиму, мы видим нарастание абсолютных цифр вакатного кислорода при повышении белковых нагрузок:

домашнее питание.....	13,19
150 г белка	17,35
215 г белка	21,32

ТАБЛИЦА 7

Окислительный коэффициент

№	Испыт.	$O:N$	№	Испыт.	$O:N$	№	Испыт.	$O:N$	№	Испыт.	$O:N$
Режим — домашнее питание						Режим — 150 г белка					
1	Б.	0,97	22	Ш.	1,12	42	Стр.	1,25	52	Ст.	1,11
2	"	1,21	23	"	1,27	43	"	0,80	53	"	0,94
3	"	1,00	24	К.	1,20	44	Ш.	1,16	54	"	1,13
4	"	0,90	25	"	0,90	45	"	1,36	55	"	1,07
5	"	1,39	26	"	0,84	46	К.	0,83	56	"	0,91
6	Л.	1,04	27	"	1,36	47	"	0,90	57	Ф.	0,80
7	"	1,00	28	"	1,32	48	"	0,84	53	"	1,00
8	"	0,86	29	"	0,84	49	"	0,95	59	Г.	0,70
9	"	1,08	30	"	0,90	50	"	1,24	60	"	0,95
10	"	1,03	31	Ст.	1,50	51	"	1,03	61	"	1,04
11	С.	0,60	32	"	1,50				62	"	0,86
12	"	0,90	33	"	1,28						
13	"	1,14	34	"	0,80						
14	Стр.	0,96	35	"	1,29					Средн.	0,91
15	"	1,50	36	"	1,32						
16	"	1,30	37	Ф.	1,48						
17	"	1,18	38	"	1,46	63	Б.	0,90	67	Ст.	0,95
18	"	1,25	39	"	1,04	64	"	1,12	68	"	0,80
19	"	1,32	40	"	1,33	65	"	1,11	69	Ш.	1,11
20	Ш.	1,19	41	Г.	1,46	66	Д.	1,20	70	"	1,00
21	"	1,14									
				Средн.	1,15					Средн.	1,02
						Режим — 215 г белка					

Это нарастание вакатного кислорода идет параллельно с нарастанием азота мочи, и окислительный коэффициент, вследствие этого, остается довольно постоянным в пределах разных режимов.

Из табл. 7 видим, что коэффициент $O:N$ подвержен одинаковым колебаниям как в пределах одного режима, так и в пределах разных пищевых режимов.

Средние цифры коэффициента $O:N$ по режимам наглядно об этом говорят:

домашнее питание.....	1,15
150 г белка	0,91
215 г белка	1,02

Эти средние данные близки между собой и находятся в пределах нормы. Цифры эти не дают нам никаких указаний на какое-либо из-

менение окислительных процессов при белковых нагрузках разной величины. Между тем в распоряжении нашей лаборатории имеются данные иного порядка. Эти данные говорят о том, что 215 г белка являются для наших испытуемых предельной нормой (верхний предел), о чем свидетельствует появление следов белка в моче, исчезающих после уменьшения количества белка в пище.

Из всего сказанного напрашивается естественный вывод, что окислительный коэффициент Müller не может служить критерием при оценке различных белковых норм с точки зрения их наилучшего использования человеческим организмом.

Поступило в редакцию
5 марта 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Бах и Культюгин. Журнал exper. медиц., 1925 — Бернштейн. Журнал экспер. медиц. т. XI. II — Гагарина. Журнал экспер. медиц. т. XII. — Шохор. Труды Ленингр. ин-та ветерин., т. I и 2. 1927 и 1928. — Штерн. Журнал exper. медиц. V. 1927 — Bach u. Subkowa. Comptes rendus de l'Acad. d. Sc. 171, 1920. Bach u. Subkowa. Bioch. Zt. 125 (1921). — Bickel. Bioch. Zt. 1928, 199; 1925, 193. — Büttner. Zeitschr. f. exper. Med., 1927, 57. — Gabbe. Klin. Wochenschr., 8. 1929. — Grassman. Erg. d. Enzymforschung, 1, 1932. — W. Grassman, O. Schoenebeck, H. Eigelor. H. S. Zt., 194, 1931. — W. Grassman, Dyckerhoff, Schoenebeck, Ibid., 186, 1929. — Goldschmidt. Bioch. Zt., 1928, 199. 207. — Kisch. Klin. Wochenschr., 1931, 35. — Kuhn. Hand. Florin. H. S. Z. f. physiol. Chem., 201, 1930. — Kurt Stern. H. S. Zt. f. physiol. Chem. B. 204, 208, 215, 217, 219. Müller. Biochem. Zt., 1927, 186; ibidem 1929, 213. — Osyka. Bioch. Zt., 1932, 246. — Zeile und Hellström. H. Z. Zt. für physiol. Chem., 192 — Zeile. Hoppe-Seyl. Zt. f. physiol. Chem., 195, 207, 221. — Zeile. Ergebnisse d. Physiologie, B. 35. 1933.

МАТЕРИАЛЫ ПО ОБМЕНУ ВЕЩЕСТВ ОРГАНИЗМА ПРИ ОБИЛЬНОМ БЕЛКОВОМ ПИТАНИИ

Сообщение 5. Изменение хронаксии мышц

И. М. Вул, Л. Д. Кашевник, Н. Н. Лебедева и Ю. М. Уфлянд

Из кафедры физиологии (зав. — проф. Ф. Е. Тур) и кафедры биохимии 2-го Ленинградского медицинского института и отдела физиологии и биохимии института общественного питания (зав. — проф. А. Ю. Харит)¹

I

В период времени с ноября 1932 г. по май 1934 г. нами были поставлены опыты по изучению хронаксии при обильном белковом питании. Исследования производились сначала над бригадой рабочих-ударников завода им. Сталина, затем над группой работниц фабрики им. Халтурина. Эти исследования производились одновременно и параллельно с биохимическими, описанными в предыдущих сообщениях.

Длительный белковый режим должен влиять на химическую динамику мышц и, следовательно, и на их функциональное состояние. Обычные методы, применяемые в клинике для исследования функционального состояния мускулатуры, представляются недостаточно точными. Определения степени напряжения мышц методом пальпации или по данным динамометрии, тонометрии являются для наших целей непригодными. Поэтому нами было решено остановиться на определении хронаксии мышц. Величина хронаксии, характеризующая возбудимость мышц при учете двух факторов — силы и длительности воздействия гальванического тока — является величиной достаточно лабильной, отражающей сравнительно слабые сдвиги в состоянии мышечной ткани.

По отношению к мышечной ткани известны исследования Kreindler [(1), (1927)], показавшего зависимость хронаксии мышц от толщины мышечных волокон. Чем больше диаметр мышечного волокна, тем меньше моторная хронаксия. Известна также связь величины хронаксии со скоростью мышечного сокращения и с быстротой распространения возбуждения. По данным N a s h t a n s o n [(2), (1929)], хронаксия теснейшим образом связана с интенсивностью креатино-фосфорного обмена в мышечной ткани. Чем интенсивнее обмен, тем короче хронаксия.

Все эти экспериментальные данные давали известную надежду, что и по отношению к человеку хронаксиметрическим методом можно будет констатировать те изменения возбудимости мышечной ткани, которые могут наступить в результате усиленного белкового питания.

Для исследования мы пользовались специально сконструированным хронаксиметром, построенным по типу прибора Bouguignon (3) [описание прибора см. в статье Уфлянда (4)].

¹ Часть работы проведена в хронаксиметрическом кабинете сектора физиологии Института мозга им. Бехтерева.

Первая серия исследований была проведена над тремя рабочими: Ст. — в возрасте 28 лет, В. — 35 лет и Д. — 52 лет.

Исследования производились в выходные дни, в период с 18 ноября 1932 г. по 12 февраля 1933 г. включительно. Подопытные приходили в кабинет в утренние часы. Исследованию подвергались у каждого лица 6 мышц. Взяты были те мышцы, которые, по нашему мнению, наиболее интенсивно участвуют в производственной работе: *m. biceps brachii*, *m. flexor digitorum communis profundus* и *m. extensor digitorum communis* правой и левой руки. В течение почти трех месяцев исследования повторялись 12 раз, причем белковое питание изменялось за это время четыре раза. Испытуемые получали 160 г белка (IV режим), 180 г белка (V режим), 200 г белка (VI режим), и 220 г белка (VII режим).

Исследований в период получения меньших доз белка (I—III режим) проведено не было.

За каждый период определенного белкового режима испытуемые подвергались повторным исследованиям три раза. В табл. 1 приведены данные, относящиеся ко всем трем рабочим, причем для каждого белкового периода даны средние цифры из полученных нами величин. Хронаксия выражена в абсолютных величинах — в сигмах. В табл. 2 приведены те же данные в относительных величинах.

ТАБЛИЦА 1

Изменения хронаксии мышц при обильном белковом питании
(в абсолютных величинах)

Исследуемая мышца	Белковые режимы				Фамилия испы- туемого
	IV режим (160 г)	V режим (180 г)	VI режим (200 г)	VII режим (220 г)	
Бицепс					Ст., 28 лет
правая рука	0,10	0,08	0,05	0,08	
левая рука	0,12	0,16	0,05	0,07	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	0,22	0,12	0,16	0,26	
левая рука	0,16	0,12	0,18	0,23	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	0,44	0,28	0,35	0,57	
левая рука	0,40	0,36	0,49	0,56	
Бицепс					В., 35 лет
правая рука	0,14	0,11	0,06	0,085	
левая рука	0,10	0,11	0,11	0,09	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	0,26	0,20	0,18	0,28	
левая рука	0,34	0,17	0,24	0,26	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	0,60	0,63	0,30	0,52	
левая рука	0,72	0,56	0,36	0,50	
Бицепс					Д., 52 лет
правая рука	0,075	0,11	0,12	0,09	
левая рука	0,10	0,07	0,05	0,06	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	0,24	0,24	0,27	0,23	
левая рука	0,30	0,27	0,28	0,24	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	0,70	0,59	0,93	0,74	
левая рука	0,80	0,81	0,76	0,79	

ТАБЛИЦА 2

Изменения хронаксии мышц при обильном белковом питании (в относительных величинах; величина хронаксии, полученная при режиме в 160 г, условно принята за 100)

Исследуемая мышца	Белковые режимы				Фамилия испытуемого
	IV режим (160 г)	V режим (180 г)	VI режим (200 г)	VII режим (220 г)	
Бицепс					Ст., 28 лет
правая рука	100	80	50	80	
левая рука	100	133	42	58	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	100	55	73	118	
левая рука	100	75	112	144	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	100	64	80	130	
левая рука	100	90	122	140	
Бицепс					В., 35 лет
правая рука	100	79	43	46	
левая рука	100	110	110	90	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	100	77	69	108	
левая рука	100	50	71	76	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	100	105	50	87	
левая рука	100	78	50	69	
Бицепс					Д., 52 лет
правая рука	100	145	160	120	
левая рука	100	70	50	60	
Сгибатель пальцев					"
правая рука	100	100	112	96	
левая рука	100	90	93	80	
Разгибатель пальцев					"
правая рука	100	84	133	106	
левая рука	100	101	94	99	

Из табл. 1 и 2 видно, что у более молодых рабочих (Ст. и В.) — 28 лет и 35 лет — при увеличении белкового рациона хронаксия мышц сначала укорачивается, а затем по мере дальнейшего усиления белкового питания начинает удлиняться.

У рабочего Д. — пожилого возраста, 52 лет, — увеличенный белковый режим не отражается определенным образом на мышечной возбудимости — колебания хронаксии не дают закономерной картины.

Для большей наглядности полученные у первых двух испытуемых данные нанесены на график. На рис. 1 приведены колебания хронаксии сгибателя пальцев у обоих испытуемых; из них видно, что в период белкового режима в 180 г возбудимость этой мышцы наибольшая.

— Сгибатель пальцев обеих рук у испытуемого С. уменьшается до 0,12 сигмы; то же наблюдается на левой руке и у испытуемого В. — снижение с 0,34 до 0,17 сигмы; на правой руке минимум хронаксии достигается при рационе в 200 г в день (VI режим).

При режимах в 200 г и 220 г хронаксия вновь удлиняется, доходя до прежней величины, а у С. даже превышает прежнюю величину.

Что отмеченные изменения возбудимости мышц не являются случайными, видно из того, что другая мышца, являющаяся антагонистом сгибателя — разгибатель руки, дает ту же закономерную картину (рис. 2).

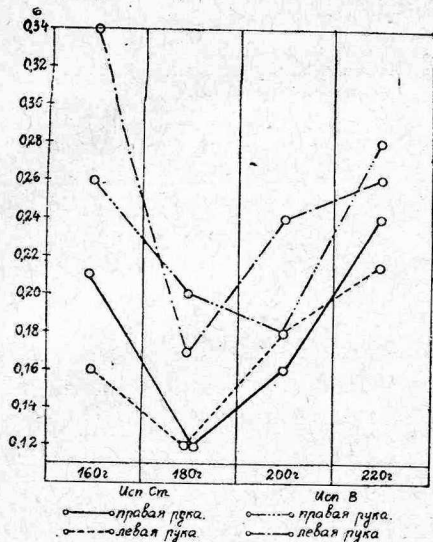


Рис. 1. Влияние белкового питания на хронаксию сгибателя пальцев.

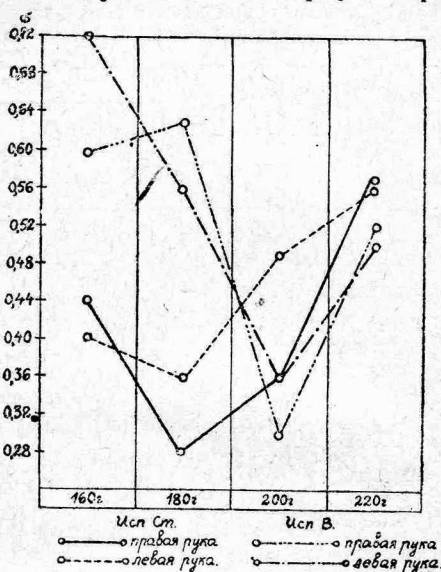


Рис. 2. Влияние белкового питания на хронаксию разгибателя пальцев.

У испытуемого Ст., как и по отношению к сгибателю, минимум хронаксии у разгибателя наблюдается при 180 г белка (рис. 2); при режимах в 200 и 220 г хронаксия вновь удлиняется. У другого испытуемого минимум хронаксии наступает несколько позже при режиме в 200 г белков. При режиме в 220 г белков хронаксия у В. также увеличена. Колебания хронаксии на правой и левой руке протекают в основном у обоих подопытных одинаково.

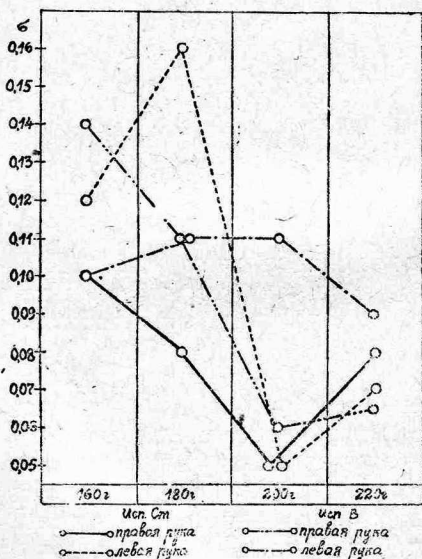


Рис. 3. Влияние белкового питания на хронаксию бицепса.

Что касается третьей исследованной мышцы — бицепса, то по отношению к ней в основном получились те же данные. Однако уменьшение хронаксии у испытуемого Ст. (рис. 3) наступило лишь при рационе в 200 г. У испытуемого В. на правой руке также наблюдается резкое снижение хронаксии при рационе в 200 г; на левой же заметных изменений возбудимости нет (рис. 3).

Итак, у обоих испытуемых, при исследовании 12 различных мышц, констатированы закономерные колебания на 11 мышцах (исключение составляет бицепс левой руки одного из испытуемых — у В., см. табл. 1 и 2). Это обстоятельство позволяет предположить, что обнаружен-

ные изменения в мышечной возбудимости зависят от повышенного поступления белков в организм.

То обстоятельство, что у более пожилого рабочего (Д., 52 лет) не наблюдалось более или менее закономерных сдвигов возбудимости мышц при тех же условиях усиленного белкового питания, говорит за то, что изменения моторной хронаксии могут происходить только на известном уровне функциональной подвижности мышц, которая с возрастом должна, конечно, снижаться.

3

Результаты измерений мышечной возбудимости, полученные нами у рабочих при усиленном белковом питании, были проведены в 1934 г. на ряде работниц фабрики им. Халтурина: 7 работниц в возрасте 19—24 лет были переведены на усиленный белковый рацион — в 150 г белка. На фоне этого питания была у них исследована хронаксия бицепса, сгибателя и разгибателя пальцев руки в течение января (не менее трех повторных измерений). Затем 4 из этих работниц были переведены на еще более усиленный режим — в 215 г белка, в то время как остальные 3 работницы продолжали оставаться на прежнем рационе — в 150 г белка. Этот опыт усиленного белкового питания продолжался более двух месяцев, до середины апреля. После этого срока опыт был прекращен, и питание всех работниц ни в какой мере не регулировалось. Проведенные исследования показали, что уже при 150 г мы наблюдали такое удлинение хронаксии, которое отмечено у мужчин при употреблении 180—200 г. При переходе же к рациону в 215 г, как правило, наблюдалось дальнейшее удлинение хронаксии всех мышц. Как видно из табл. 3 (испыт. Л. — 19 л.), у боль-

ТАБЛИЦА 3

Сдвиги моторной хронаксии у испыт. Л.
(в относительных величинах)

Исследуемая мышца	Средняя величина хронаксии в период получения рациона		
	в 150 г	в 215 г	Прекр. опыта
Бицепс			
правая рука	100	137	106
левая рука	100	98	90
Сгибатель пальцев			
правая рука	100	134	59
левая рука	100	105	150
Разгибатель пальцев			
правая рука	100	129	130
левая рука	100	111	125

шинства мышц — у 5 из 6 исследованных — хронаксия удлиняется. По отношению к разным мышцам эти изменения выражены с различной интенсивностью. Обращает на себя внимание тот факт, что изменение возбудимости мышц, под влиянием усиленного белкового питания, как будто резче выражено на мышцах правой руки. По прекращении опыта, когда работницы, несомненно, потребляли значительно меньше

белка, возбудимость мышц начинает повышаться; хронаксия резко укорачивается у бицепса правой и левой руки и у флексора правой руки. Наблюдения велись по прекращении усиленного белкового питания только в течение двух недель. За этот период у части мышц возбудимость повысилась, у остальных осталась без изменений или даже продолжала снижаться, возможно за счет последствия увеличенного введения белков в организм.

Таким образом у женщин молодого возраста (19—24 г.) белковый рацион в 215 г и даже в 150 г оказал отрицательное влияние на состояние мускулатуры, снижая ее возбудимость. Рацион в 150 г выходит за пределы рационального белкового максимума.

Мы привели в качестве примера данные одной работницы (табл. 3). Относительно близкие величины мы получили и у других работниц. Конечно, не все мышцы и не всегда давали одинаковые сдвиги возбудимости. Да это и неудивительно, так как на величине хронаксии сказываются весьма многие факторы. Однако основная тенденция сохранена та же. Если мы сравним величину хронаксии на всех мыш-

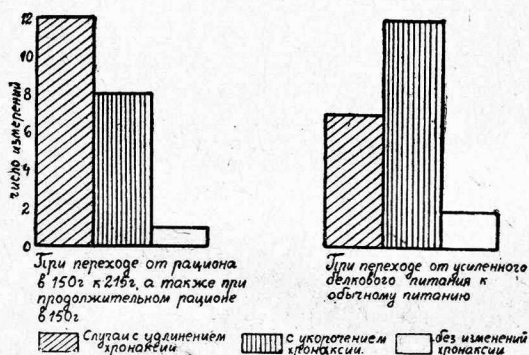


Рис. 4. Изменения хронаксии мышц при усиленном белковом питании и при его прекращении (у работниц фабрики им. Халтурина).

рацион в 150 г дают в течение первых 2—3 мес. в большинстве случаев удлинение хронаксии. Что это не случайное явление, видно из того (рис. 4), что по прекращении усиленного белкового питания хронаксия мышц, как правило, укорачивается. Из 42 исследований хронаксия мышц уменьшилась в 24 случаях, удлинилась только в 14 измерениях и в 4 случаях осталась без изменений.

Эти данные, полученные на работницах молодого возраста, в основном совпадают с результатами исследований мышц у мужчин. Частота закономерных колебаний хронаксии отдельных мышц такова, как это было отмечено у рабочих завода им. Сталина. Наиболее определенные сдвиги наблюдаются на сгибателях пальцев, затем на антагонистах — разгибателях. Изменения возбудимости бицепса дают менее ясную картину.

Выводы

1 При увеличении суточного белкового рациона в течение длительного промежутка времени возбудимость мышечной ткани, определяемая по величине хронаксии, сначала увеличивается (хронаксия уменьшается), а затем, по мере дальнейшего увеличения белков в питании, начинает резко понижаться (хронаксия удлиняется).

2. Судя по тому небольшому материалу, который был в нашем распоряжении (исследования у рабочих завода им. Сталина), наибольшая мышечная возбудимость наблюдается при суточном рационе в 180 г белков, причем колебания хронаксии у отдельных лиц, а также по отношению к различным мышечным группам, несколько отличаются друг от друга. При суточном рационе выше 180—200 г возбудимость мышц начинает уменьшаться — хронаксия удлиняется.

3. Исследования, проведенные у работниц молодого возраста (фабрики им. Халтурина) обнаружили, что суточная нагрузка в 150 г и больше (215 г) ведет к удлинению хронаксии, которая при переходе к обычному питанию вновь укорачивается.

4. На основании проведенных хронаксиметрических исследований мышц можно высказать предположение, что для мужчин суточный рацион в 180 г, а для женщин рацион в 150 г является максимальным. Рациональный оптимум должен находиться ниже указанных величин.

Поступило в редакцию
5 марта 1935.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kreindler. Comptes rend. Soc. Biol., 97. 127, 1927 — 2. Nachmansson. Med. Klin. 42, 1627, 1929. — 3. G. Bourguignon. La chronaxie chez l'homme. Paris, 1926. — 4. Ю. Уфлянд. Труды Ленинградского ин-та по изуч. проф. заболеваний, т. 5, 1931.

BEITRÄGE ZUR FRAGE ÜBER DEN STOFFWECHSEL DES ORGANISMUS BEI REICHLICHER EIWEISSERNÄHRUNG

5. Mitteilung. Veränderung der Chronaxie der Muskeln
Von L. D. Kaschewnik, N. N. Lebedewa, J. M. Uflyand und I. M. Wul

Aus der Physiologischen Abteilung (Vorstand — Prof. F. E. Tur) und aus der Biochemischen Abteilung des 2. Leningrader Medizinischen Instituts und aus der Abteilung für Physiologie und Biochemie des Instituts für öffentliche Ernährung (Vorstand — Prof. A. J. Charit)

1. Bei der Vergrößerung der Tages-Eiweißration im Laufe einer lange dauernden Zeitperiode vergrößert sich zuerst die nach der Grösse der Chronaxie bestimmte Erregbarkeit des Muskelgewebes (die Chronaxie wird geringer), um ferner, mit der weiteren Zunahme der Eiweißstoffe in der Nahrung, stark abzusinken (wobei die Chronaxie sich verlängert).

2. Auf Grund des kleinen Materials, welches uns zur Verfügung stand (Untersuchungen bei den Arbeiten der Stalin'schen Fabrik), wird die stärkste Erregbarkeit der Muskeln bei einer Tagesration von 180 g. Eiweiß beobachtet, wobei die Schwankungen der Chronaxie bei einzelnen Personen, ebenso wie auch in bezug auf verschiedene Muskelgruppen, sich voneinander ein wenig unterscheiden. Bei einer Tagesration über 180—200 g. beginnt die Erregbarkeit der Muskeln abzunehmen — die Chronaxie verlängert sich.

3. Die, an jungen Arbeiterinnen (Chalturin'sche Fabrik) angestellten Untersuchungen haben gezeigt, daß die Tagesbelastung von 150 g. und mehr (215 g) zur Verlängerung der Chronaxie führt, welche sich beim Uebergang zur gewöhnlichen Ernährung wieder verkürzt.

4. Auf Grund der ausgeführten chronaximetrischen Untersuchungen der Muskeln kann man die Vermutung aussprechen, daß für die Männer eine Tagesration von 180 g., für die Frauen aber — von 150 g. maximal sind. Das rationelle Optimum muß unter den genannten Werten gelegen sein.

ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛУДОЧНУЮ СЕКРЕЦИЮ

М. И. Сапрохин

Из кафедры физиологии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова
(нач. кафедры — акад. Л. А. Орбели)

Изучение влияния мышечной работы на деятельность желудочно-кишечного тракта представляет не только практический, но и большой теоретический интерес, так как позволяет выяснить ряд физиологических механизмов, участвующих в наблюдаемых явлениях.

Влияние мускульной нагрузки на деятельность желудка изучалось на людях и животных, и к настоящему времени можно назвать большое число авторов, работавших над этим вопросом (Villain, 1849; Hestermann, 1882; Fleischer, 1882; Petrone, Cohn, 1888; Вагнер, 1888; Streng, 1891; Salvioli, 1892; Кнох, 1901; Кадыгровов, 1905; Mantelli, 1911; Delhougne, 1925; Соколова, 1926; Bridzius, 1926; Crondoll, 1928; Кузьмина, 1929; Прикладовицкий и Апполонов, 1930; Weltzien, 1933 и др.).

Почти все исследователи, применяя различную (иногда и малосовершенную) методику получения желудочного сока и желудочного содержимого, давая своим подопытным мышечную нагрузку различной длительности и интенсивности, получали однозначный результат: мышечная работа угнетает желудочное пищеварение. Под влиянием физической нагрузки — во время нее и некоторое время спустя — секреторная деятельность желудка уменьшается. Ряд авторов, кроме того, отмечает не только изменение хода секреции, но также и качественные изменения в составе желудочного сока, а именно большей частью, понижение кислотности и изменение переваривающей силы.

Что касается выяснения механизма тормозного влияния мышечной работы на желудочную секрецию, то в этом отношении был высказан ряд соображений и произведены некоторые эксперименты. Так, Кадыгровов, у собаки с изолированным желудком по Павлову отметил под влиянием мышечной нагрузки в первые часы пищеварения падение, а в последние часы — увеличение секреции желудочного сока. Он полагал, что увеличение количества желудочного сока в последние часы пищеварения наступает под влиянием психического момента ожидания предстоящей еды. (Дисс. стр. 42.) Поставленные Кадыгровым специальные опыты заставили его, однако, отказаться от этого предположения и допустить, что во время мышечной работы может произойти перераспределение воды между мышцами и железами желудка, в результате чего последние, получив меньшее количество воды, дадут под влиянием мышечной нагрузки меньшее количество сока. Однако поставленные им эксперименты с водным голоданием животного и вливанием воды в прямую кишку показали, что ход секреции и качество желудочного сока в этих опытах существенно не изменялись по сравнению с обычными опытами.

Затем Кадыгровов предположил следующее: пища, которая под влиянием мышечной работы, согласно его опытам, быстрее переходит из желудка в кишечник, могла рефлекторно повлиять на секрецию и тем самым изменить ход желудочного сокоотделения. Это предположение опытами проверено не было.

Наконец, им было допущено, что в этом случае играет роль перераспределение крови, т. е. во время мышечной работы кровь приливает к мышцам в большем количестве, а одновременно в полостях тела количество ее временно уменьшается. Эта временная анемия и может оказаться причиной гипосекреции в первые часы пищеварения. И это предположение не было подвергнуто экспериментальной проверке.

Delhougne (1926), экспериментировавший на людях и получивший после мышечной работы увеличение кислотности желудочного сока, подходит к оценке влияния мускульной работы с иной стороны. Он связывает увеличение кислотности сока с уменьшением щелочного резерва плазмы крови и рассматривает увеличение кислотности

сока как результат процесса, восстанавливающего равновесие организма и уравнивающего реакцию крови после сдвига ее в кислую сторону. Это положение он подтверждает собственными экспериментальными данными.

Grondoll (1928) считает, что три момента могут играть роль в уменьшении желудочной секреции при мышечной работе:

1) Перераспределение крови, так как во время работы больше крови устремляется к мышцам и, вероятно меньше к внутренностям.

2) Повышение температуры тела животного во время мышечной работы, сказывающееся угнетающим образом на желудочной секреции. При этом Grondoll ссылается на работу Meyer, Cohen и Carlson, которые показали, что повышения температуры от 2 до 4°F вследствие инъекции чужеродных протеинов или при повышении внешней температуры, уже достаточно для заметного уменьшения желудочной секреции у собаки.

3) Некоторые изменения состава крови, которые также могут быть причиной падения количества секреции при мышечной работе. Свои опыты Grondoll ставил лишь с измерением температуры; он получал у своих собак после мышечной нагрузки повышение ректальной температуры от 2 до 4°F.*

Прикладовицкий и Апполонов (1930) предположили, что мышечная работа уничтожает рефлекторную фазу желудочного сокоотделения. Согласно их опытам, при мнимом кормлении эзофаготомированной собаки, 1-я фаза совершенно исчезала после бега животного в третбане.

Из только что приведенного материала видно, что вопрос о механизме тормозного влияния физической работы на секреторную деятельность желудочных желез остается далеко не выясненным. В своей работе я имел задачей сделать попытку анализа этого явления.

1. Влияние мышечной работы на рефлекторную фазу секреции

Опыты ставились на эзофаготомированной собаке „Черный“ весом в 19,5 кг, имевшей фистулу желудка, и производились в соответствии с правилами, выработанными школой И. П. Павлова при изучении физиологии пищеварения.

Кислотность сока определялась по общепринятому методу (титрование $n/10$ NaOH — индикатор фенолфталеин). После ряда контрольных опытов были проведены опыты с влиянием бега.

При этом опыты с бегом чередовались с контрольными опытами. Бег производился на третбане, приводимом в движение электромотором. Скорость движения полотна регулировалась и была во всех опытах одинакова. Собака в течение 30 мин. пробегала 4,5 км. Для собирания сока во время бега было использовано следующее приспособление: канюля желудочной фистулы плотно закрывалась резиновой пробкой с широким отверстием, в которое была вставлена стеклянная трубка. На последнюю была надета резиновая трубка, из которой сок стекал в подвешенную колбу. Благодаря этому приспособлению за время бега сок не терялся.

А. Желудочная секреция при выполнении мышечной работы тотчас же после „мнимого кормления“

Голодавшее в течение 15—18 час. животное приводилось в специальное помещение, где находился третбан. После промывания желудка и констатирования отсутствия сокоотделения производилось „мнимое кормление“ сырым мясом в течение 5 мин. и сразу после окончания „кормления“ начинался бег. Отмечалось количество сока за все время бега, т. е. за 30 мин., в остальное время секреция отмечалась каждые 15 мин. По окончании бега животное отводилось в комнату, где обычно производились контрольные опыты, и там велось дальнейшее наблюдение.

Привожу средние цифры опытов — контрольных и с бегом (результаты всех опытов в каждой серии были однозначны).

Из полученных данных следует, что мышечная нагрузка, произведенная сразу после „мнимого кормления“, оказывает следующее влияние на первую фазу желудочного сокоотделения: 1) ход кривой секре-

ции изменяется, 2) общее количество сока уменьшается, 3) кислотность сока незначительно понижается.

Если сравнивать ход кривых сокоотделения, контрольных опытов и опытов с бегом, то видно, что под влиянием бега, произведенного сразу же после „мнимого кормления“, количество желудочного сока в первый час секреции уменьшается вдвое (контроль 156,3 см³, „мнимое кормление“ + бег равно 76,3 см³). За второй час в контрольных опытах сока отделяется больше, нежели в опытах с бегом, в третий и четвертый часы секреция почти одинакова, а в последние два часа в опытах с бегом секреция несколько увеличена по сравнению с контрольными опытами.

ТАБЛИЦА 1

Эзофаготомированная собака „Черный“ с фистулой желудка
Контрольные опыты (7)

Ч а с ы	I	II	III	IV	V	VI	Всего за 6 час. см ³
Количество сока в см ³ .	156,3	99,5	66,7	55,2	45,00	42,3	465,0
Кислотность в процентах	0,41	0,40	0,41	0,44	0,40	0,40	—
„Мнимое кормление“ + бег (4)							
Количество сока в см ³ .	76,3	84,3	70,0	58,0	58,0	54,7	401,5
Кислотность в процентах	0,40	0,39	0,38	0,39	0,37	0,36	—

Для выяснения вопроса о влиянии мышечной работы на первую фазу желудочной секреции Прикладовицким и Апполоновым был поставлен ряд опытов. Их „опыты заключались в том, что животное натошак подвергалось „мнимому кормлению“ и по окончании кормления бегало в тартане обычно в течение 30 мин. со скоростью 205—225 м в 1 мин.“. Авторы „во всех без исключения случаях наблюдали отделение умеренного количества вязкой слизи и лишь иногда нескольких кубических сантиметров желудочного сока, смешанного со слизью“. В виду различия в результатах исследований указанных авторов и моих опытов, приведенных на собаках в условиях, напоминающих эксперименты Прикладовицкого и Апполонова, я провел исследования еще на одном эзофаготомированном животном (собака „Белка“), причем скорость бега была та же, как и у собак Прикладовицкого и Апполонова, т. е. около 6 км за 30 мин.

Привожу протоколы опытов — контрольного и с бегом.

ТАБЛИЦА 2

Опыт 2. 3/IV-34. „Белка“. Поставлена в станок в 9^h 45'. Промыт желудок

9h 45'—9h 55'	0,2 см ³				
9h 55'—10h 00'	„Мнимое кормление“ сырым мясом				
10h 00'—10h 15'	13,0	1-й час 66,0 см ³	11h 00'—11h 15'	12,0	2-й час 27,5 см ³
10h 15'—10h 30'	24,0		11h 15'—11h 30'	5,0	
10h 30'—10h 45'	18,0		11h 30'—11h 45'	2,0	
10h 45'—11h 00'	11,0		11h 45'—12h 00'	8,5	
12h 00'—12h 15'	9,0	3-й час 28,0 см ³	13h 00'—13h 15'	0,5	4-й час 0,5 см ³
12h 15'—12h 30'	7,0		13h 15'—13h 30'	0,0	
12h 30'—12h 45'	7,0				
12h 45'—13h 00'	5,0				
Всего за 3½ часа 122,0 см ³					

Опыт 3. 7/IV-34. „Белка“. Поставлена в станок в 10^h 15'. Промыт желудок

10^h 15'—10^h 30'— 0,5 см³

10^h 30'—10^h 45'— 0,3

10^h 45'—10^h 55'— 0,2

10^h 55'—11^h 00' „Мнимое кормление“ сырым мясом и бег в третбане (скорость 12 км/час) с 11^h 00' до 11^h 30'

11^h 00'—11^h 30'— 3,5
11^h 30'—11^h 45'— 5,5
11^h 45'—12^h 00'—13,5 } 1-й час 22,5 см³

12^h 00'—12^h 15'—16,0
12^h 15'—12^h 30'—13,5
12^h 30'—12^h 45'—11,5
12^h 45'—13^h 00'—15,0 } 2-й час 56,0 см³

13^h 00'—13^h 15'—15,0
13^h 15'—13^h 30'—11,5
13^h 30'—13^h 45'— 6,5
13^h 45'—13^h 00'— 3,0 } 3-й час 36,0 см³

14^h 00'—14^h 15'— 3,0
14^h 15'—14^h 30'— 0,5
14^h 30'—14^h 45'— 0,0 } 4-й час 3,5 см³

Всего за 3½ часа 118,0 см³

Как мы видим, ход сокоотделения у „Белки“, отличается от такового у „Черного“, но результат в общем тот же. Об этом говорит и общее количество сока за весь период секреции: покой 122,0 см³, опыт с бегом 118,0 см³. Затем был поставлен один опыт и на первой собаке („Черный“) также с бегом со скоростью вместо 9,0 км— 12 км в час, т. е. собака пробегала за 30 мин. не 4,5 а 6 км. Результаты этого опыта оказались аналогичны остальным опытам с бегом.

Результаты моих опытов на „Черном“ приближаются к опытам Mantelli (1911), проделанным на человеке с фистулой желудка. Так, он, получив в результате мышечной работы резкое уменьшение „психической секреции“ желудочного сока, пишет: „если же после значительного мышечного напряжения проходило около часа покоя, то количество желудочной секреции „психического происхождения“ равнялось 1/3 нормальной“. К сожалению, в его работе вообще не указано, в чем заключалась мышечная работа его подопытного субъекта.

Б. Желудочная секреция при выполнении мышечной работы перед „мнимым кормлением“

Порядок опытов был таков: соответственно подготовленное животное бегало в третбане; сразу по окончании мышечной работы производилось „мнимое кормление“, и собака отводилась в помещение, где и производилось наблюдение за сокоотделением.

Результаты всех опытов были однозначны. Приводятся средние цифры опытов: бег + „мнимое кормление“.

ТАБЛИЦА 3

Эзофаготомированная собака с фистулой желудка „Черный“
Бег + „мнимое кормление“

Ч а с ы	1	2	3	4	5	6	Всего за 6 час. см ³
Количество сока в см ³ .	92,0	64,5	61,1	58,5	34,6	36,6	347,3
Кислотность в процентах	0,39	0,37	0,33	0,34	0,32	0,31	—

Из этих данных видно, что бег собаки, получающей „мнимое кормление“ после проделанной мышечной работы, еще более резко сказывается на ходе секреции сока.

Особенно резко сказывается влияние предварительного бега на общем количестве желудочной секреции. В то время как разница между контрольными опытами и опытами с „мнимым кормлением + бег“ выражается в $63,2 \text{ см}^3$, разница между опытами контрольными и опытами с бегом неокормленного животного составляет более 110 см^3 .

То же можно сказать и о кислотности сока. Под влиянием физической нагрузки кислотность сока начиная со второго часа секреции уменьшается. Однако большее уменьшение кислотности мы имеем в опытах „бег + мнимое кормление“. Влияние предварительно проделанной работы на первую фазу сокоотделения изучалось лишь Mantelli. Он отмечает, что „после значительной мышечной работы секреция психического происхождения становилась минимальной или прекращалась вовсе“.

Соколова (1926), работавшая на собаках с изолированными желудочками по Савичу, также указывает на изменения в секреции. Она ставила два рода опытов: с легкой работой — собака в течение 15 мин. возила тележку с грузом в 20 кг, и с тяжелой работой — собака возила груз в 25—35 кг в течение 25—30 мин. В обоих случаях предварительно проделанная животным работа оказала влияние на ход и характер секреции. Так, в опытах на мясо, хлеб, либиховский экстракт было отмечено уменьшение общего количества желудочного сока по сравнению с нормой, уменьшение продолжительности секреции на один час; при легкой работе — увеличение латентного периода. Кислотность сока под влиянием работы не менялась. Исключением явилось молоко: в этом случае общее количество сока не уменьшилось, а увеличилось. Кадыгров, Bridžius, Прикладовицкий и Апполонов на основании опытов с животными, имевшими павловские желудочки, отрицают какое-либо влияние предварительно проделанной мышечной работы на желудочную секрецию.

В. Условно-рефлекторное влияние мышечной работы на желудочную секрецию

В связи с приведенными выше опытами, я считаю нужным привести опыт, который мной назван „имитацией бега“.

Приступая к очередному опыту „мнимое кормление“ + бег, я „накормив“ животное, пустил мотор третбана. По включении тока (что сопровождалось определенными звуковыми и иными раздражениями, предшествующими бегу животного) обнаружилось, что полотно третбана не идет, несмотря на вращение передачи, — сломалась одна из частей. Тогда я решил продержать животное 30 мин. в ставшей привычной для него обстановке бега: собака находилась в клетке третбана в специальной комнате, куда ее приводили только бегать; был слышен шум мотора и шум вращающихся колес и пр.

После такой „имитации“ бега я, как обычно, наблюдал за ходом сокоотделения. Привожу кривую опыта (рис. 1). Из сопоставления опытов контрольных и „имитации“ бега можно заключить, что у животных в течение времени опытов с бегом выработался условный рефлекс на обстановку, сопровождающую бег, и достаточно было ему попасть в эту обстановку, чтобы, даже не производя бега, животное реагировало так, как будто бы оно совершило обычную для него в этих условиях мышечную работу.

Условно-рефлекторное влияние на деятельность внутренних органов показано рядом исследователей [Киссель (1924), Лейбсон (1927), Бехтерев, Быков, Алексеев — Беркман (1926) и др.].

Что касается деятельности железистого аппарата, то А. В. Тонких (1913) были впервые получены тормозные условные рефлексы на секреторную деятельность желудка.

Сравнивая характер и ход секреции опыта „имитация бега“ с опытами истинного бега, мы видим очень большое их сходство (рис. 1). Кроме того, необходимо подчеркнуть, что опыт с „имитацией бега“ резко отличается от всех контрольных опытов, равно как и опыты с бегом.

Отсюда может следовать вывод, что изменения в секреции под влиянием бега могут являться результатом измененной, вследствие мышечной работы животного, деятельности некоторых отделов центральной нервной системы.

2. Влияние мышечной работы на гуморальную химическую фазу секреции

Прямых опытов о влиянии мышечной работы на гуморальную (химическую) фазу желудочного сокоотделения никем из работавших над вопросом о влиянии физической нагрузки на желудочную секрецию не ставилось.

Прикладовицкий и Апполонов, работавшие на собаках с павловским желудочком, пишут, что „мышечная работа, произведенная тотчас после кормления, ... значительно тормозит химическую фазу желудочного сока“. Из работ Bridžius (1926) и Соколовой (опыты с экстрактом Либиха), а также из опытов Mantelli на человеке с фистулой желудка при воздействии мяса на слизистую желудка, можно сделать аналогичные выводы.

Кадыгровов и Crondall в результате своих опытов отмечают увеличение сокоотделения в последние часы пищеварения, что указывает на увеличение химической фазы секреции.

Из старых авторов к подобному же результату приходит и Сопн (1888).

Собственные опыты

Опыты производились на двух собаках, имевших изолированные желудочки по Heidenhain, — „Пестрый“, вес 16,5 кг, и „Медвежонок“ — вес 14,5 кг. Контрольные опыты показали, что полученный характер секреции типичен для собак с гейденгайновским желудочком. На первом животном были поставлены опыты: 1) с мясом — контрольные и кормление мясом + бег (10 опытов); 2) с либиховским экстрактом — кормление либиховск. экстр. + бег (12 опытов) и бег + влияние либиховского экстракта (11 опытов).

На втором животном были поставлены опыты с либиховским экстрактом: контрольные и либиховск. экстр. + бег (15 опытов).

Результаты всех опытов, как контрольных, так и с бегом, были очень близки друг к другу.

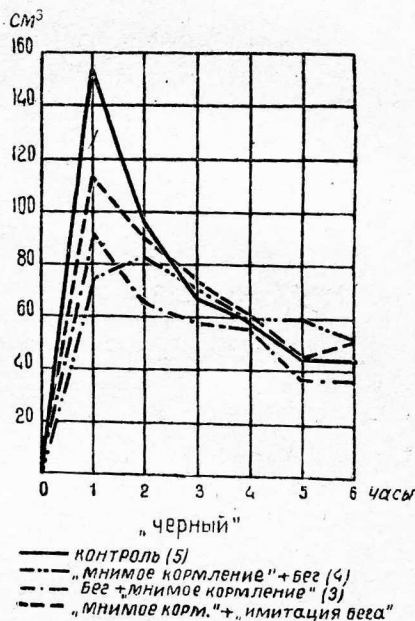


Рис. 1.

Бег животного производился так же, как и в опытах при изучении влияния мышечной работы на рефлекторную фазу желудочной секреции.

В опытах „либиховский экстракт + бег“ животному с помощью зонда вводился 7,5% экстракт Либиха в количестве 150 см^3 (подогретый до $t^\circ 30-35^\circ \text{C}$), и затем животное немедленно начинало бег. В опытах „бег + либиховский экстракт“ сразу после бега животное получало то же количество экстракта Либиха.

Секреция сока отмечалась каждые 15 мин. Во время бега сок собирался в градуированный цилиндр; сок собирался за все время бега, т. е. за 30 мин. На рис. 2—5 приводятся результаты всех опытов.

Из опытов с кормлением мясом следует, что под влиянием мышечной работы: 1) появление первой капли сока резко замедляется:

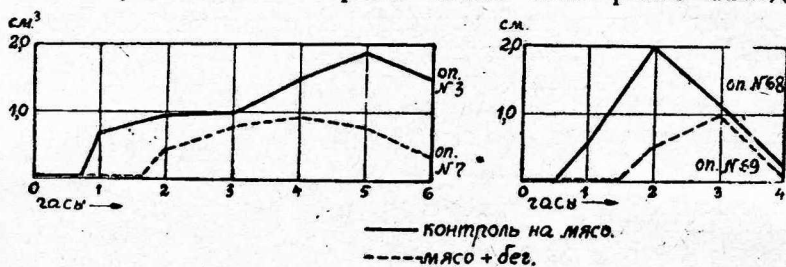


Рис. 2.

вместо обычных 33—35 мин. (контроль — более 110 мин. (бег) (рис. 2); 2) резко сокращается общее количество сока за все время секреции.

Из опытов „либиховский экстракт + бег“ видно, что во время бега и примерно первые четверть часа после бега у „Пестрого“ сок совершенно не отделяется (рис. 3). Обычно отделяется слизь кислой реакции в количестве иногда около 1 см^3 . Под влиянием бега резко уменьшается отделение желудочного сока, т. е. если во время покоя животное в среднем за два часа дало 4,57 см^3 , то после бега за

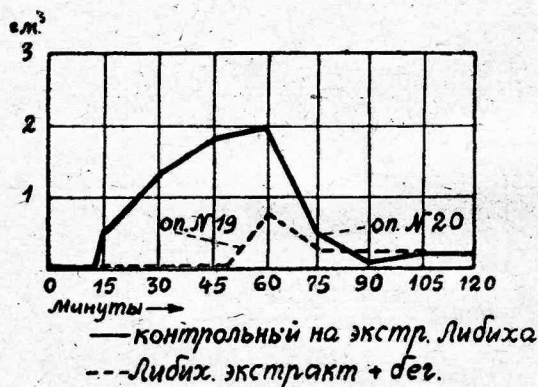


Рис. 3.

период секреции в три часа — всего лишь 1,57 см^3 . Особенно сильно уменьшилось сокоотделение за четвертый час: покой 4,0 см^3 , бег — 0,74 см^3 . Кислотность сока под влиянием бега уменьшена: средняя за час — контрольные опыты 0,50‰, опыты с бегом 0,30‰, за два часа — контроль 0,43‰ — бег 0,36‰.

Отмечается удлинение периода секреции на час [рис. 4 (№ 1)].

Опыты на „Медвежонке“ дали результаты, идущие в общем в том же направлении,

что и у „Пестрого“ [рис. 4 (№ 2)], т. е. под влиянием бега имело место уменьшение сока за весь период секреции, отмечалось значительное уменьшение сока за 1-й час, но имелась также некоторая разница, а именно:

1) общее количество сока за весь период сокоотделения уменьшалось не так резко, как в опытах с „Пестрым“, — средняя за два часа секреции контрольных опытов 4,63 см^3 и опытов с бегом — 3,87 см^3 ;

2) за второй час в опытах с бегом отделялось больше сока, чем в первый час и, в среднем, больше, чем во второй час контрольных опытов;

3) уменьшение кислотности сока после бега выражено незначительно: средняя контрольных опытов — 0,294‰, опытов с бегом — 0,280‰.

Из опытов „бег + либиховский экстракт“ явствует, что предварительно проделанная мускульная работа влияет тормозящим образом

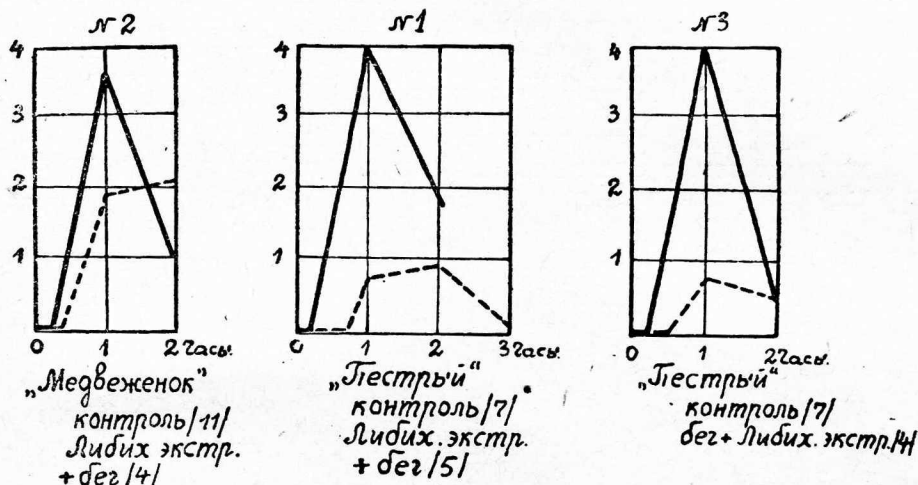


Рис. 4.

на секреторную деятельность желудка животного, получившего экстракт Либиха сразу после бега. Это угнетающее влияние сказывается еще спустя 45 мин. (рис. 5). Отмечается резкое количественное уменьшение секреции. Средняя контрольных опытов за все время секреции 4,57 см³, опытов с бегом — 0,9 см³.

Кислотность сока под влиянием бега уменьшается. Так, в контрольных опытах средняя кислотность сока за первый час равна 0,50‰, за второй — 0,43‰; в опытах с бегом за первый час 0,39‰, за второй — 0,35‰.

Далее мы поставили ряд опытов с целью выяснения влияния мышечной работы на секреторную функцию желудка при возбуждении желез алко-голем, являющимся сильнейшим возбудителем желу-дочных желез как со

слизистой оболочки желудка, так и при введении его в прямую кишку. Опыты ставились так, что опыт с бегом предшествовал контрольному опыту, так как из работ Цитовича известно, что алкоголь, примененный хоть однажды, имеет последствие, выражающееся в уменьшении общего количества секреции. Алкоголь вво-дился per gestum.

На рис. 6 приведены средние данные опытов контрольных и с бегом. Из них видно, что общее количество секреции при введении алко-

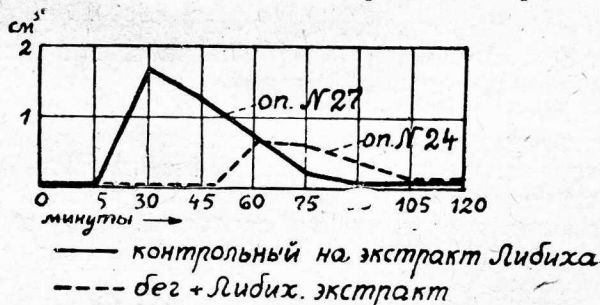


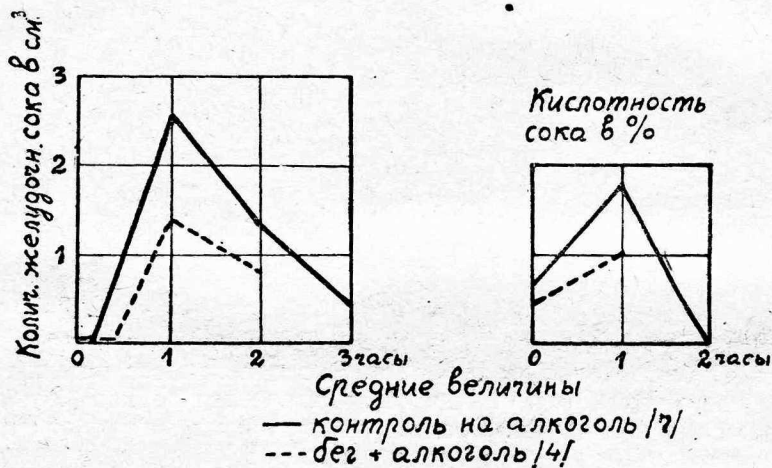
Рис. 5.

голя после предварительной мышечной нагрузки падает по сравнению с контрольными опытами в среднем более чем в два раза.

Продолжительность секреции под влиянием бега сокращена на 1 час. Кислотность сока понижается, латентный период увеличивается.

Возникает вопрос: чем надо объяснить это уменьшение секреции в результате бега? Можно предположить, что под влиянием бега происходит временная анемия железистого аппарата желудка вследствие отлива крови от внутренних органов к работающим мышцам, что и может явиться причиной сокращения сокоотделения. Такое предположение было высказано еще в работах Кадыгробова и Crondall. Справедливость этого предположения подтверждается косвенными данными ряда авторов (Bagcroft и др.).

Однако добыть прямые доказательства того, что железистый аппарат желудка в результате мускульной работы получает меньше



крови, нежели в состоянии покоя животного, очень трудно, и описания подобного рода экспериментов мне в литературе найти не удалось.

Если допустить, что вызванное мышечной работой уменьшение кровоснабжения органов брюшной полости, доказанное рядом авторов, относится в частности и к желудку, то может возникнуть следующий, вопрос: почему же уменьшение кровоснабжения ведет к уменьшению секреции? Ответить на этот вопрос оказывается еще труднее; возможно, что не лишено оснований предположение о том, что в этом случае уменьшается снабжение железистой ткани желудка кислородом [E. London, N. P. Kotschneff, A. M. Dubinsky, A. S. Katzwa (1933)], факт же влияния аноксемии на желудочную секрецию показан М. П. Бресткиным и П. И. Егоровым, установившими уменьшение общего количества желудочного сока (в первой и второй фазах) у собак под влиянием аноксемии. Я не решаюсь, однако, наблюдающееся в результате бега уменьшение секреции сока приписать только худшему кровоснабжению органов брюшной полости и, в том числе желудка. Как показали мои еще неопубликованные опыты — 1) по изучению влияния на желудочную секрецию введения в кровь молочной кислоты, 2) с измерением t° желудка и изолированного желудочка и одновременным наблюдением за желудочной секрецией

в покое и во время бега и 3) с одновременным измерением рН крови и желудочного сока в покое сразу после бега, а также опыты С. М. Дионесова, изучавшего влияние продуктов мозгового при- датка и адреналина на желудочную секрецию — необходимо учесть влияние целого ряда факторов, что требует дальнейших эксперимен- тальных исследований.

Выводы

1. Под влиянием кратковременной, но достаточно напряженной мышечной работы (бег собаки в третбане в течение 30 мин. со скоростью 9 км/час), произведенной как до, так и после „мнимого кор- мления“ животного, нарушается ход кривой сокоотделения в 1-й фазе желудочной секреции.

Это выражается в снижении секреции за время бега и спустя 1 — 1½ часа после бега. В опытах с бегом до кормления отмечается также значительное уменьшение общего количе- тва сока. В опытах „мнимое кормление + бег“ уменьшение общего количества сока за весь период секреции незначительно. Кислотность желудочного сока в результате бега падает.

2. Пребывание эзофаготомированного животного с фистулой желудка в обстановке „имитации бега“ вызывает в ходе желудочной секреции после применения „мнимого кормления“ такие же изменения в сокоотделении, какие наблюдаются в опытах с бегом.

Указанные изменения должны быть объяснены условно-рефлек- торным механизмом.

3. Бег оказывает тормозное влияние на вторую (гуморальную, химическую) фазу желудочного сокоотделения. Это тормозное влия- ние имеет место как в случаях, когда физическую нагрузку выполняет перед тем только что накормленное животное (кормление мясом, введение либиховского экстракта), так и в том случае, если живот- ное получает соответствующий возбудитель желудочной секреции (либиховский экстракт, алкоголь) сразу после мышечной работы.

Под влиянием мышечной работы отмечается: уменьшение общего количества секреции, значительное удлинение скрытого периода, пони- жение кислотности сока и, в некоторых случаях, изменение длитель- ности сокоотделения.

В заключение приношу искреннюю благодарность акад. Л. А. Ор- бели за руководство работой.

Поступило в редакцию
10 февраля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

Асратян Э. и Д. Гзгзян. Физиол. журн. СССР, т. XV, вып. 1—2, стр. 115, 1932. — Абуладзе. Русск. физиол. журн. вып. 1—2, стр. 169, 1927. — Алексан- дров И. С. Русск. физиол. журн., т. XII, вып. 6, стр. 527, 1929. — Бехтерев. Цит. по Лейбсон. Русск. физиол. журн., т. X, вып. 3—4, 1927. — Быкова и Алексеев- Беркман. Цит. по Лейбсон. Русск. физиол. журн., т. X, вып. 3—4, 1927. — Bacroft. Цит. по А. Е. Браунштейн. У. Э. Б. т. VII, вып. 1, стр. 54, 1928. — Bridžius. Zeitschr. S. L. Gesam. Exper. Med., 51, В. 5573, 1936. — Быков К. М. Физиол. журн. СССР, т. XVI, вып. 1, стр. 93, 1933. — Бейнбридж Ф. Физиология мышечной деятельности. ГИЗ, 1927. — Benedict F. C. and H. S. Parmenter. The Amer. Journ of Phys., Vol. 87, №1, p. 631, 1928. — Weber E. Arch. f. Phys., I, S. 290, 1934. — Weltzien G. Arbeitsphys. 7. B. 2. 150, 1933. — Villain. Цит. по Кадыгрову, дисс. СПб. 1905. — Вагнер Материалы к кли ическому изучению колебаний в свойствах желуд- чного сока. Дисс. СПб. 1888 — Gardgis and Mann. The Amer. Jour. 68, 116, 1924. Цит. по А. Е. Браун- штейн. УЭБ, т. VII, вып. 1, стр. 54, 1928. — Гинецинский, Гальперини Лейб-

сон. Русск. физиол. журн., т. XIII, вып. 6, 1930. — Gelmann I. u. Schewelguchin. Arbeitsphys., B. 4, стр. 329, 1931. — Delhougne Fr. Ztschr. f. Klin. Med., S. 78, 1926. — Delhougne Fr. Dtsch. Arch. f. Klin. Med., B. 150, H. 1, S. 2, 1926. — Дионесов С. М. Русск. физиол. журн., т. XIV B. 1, 1931. — Дионесов С. М. О гормональной регуляции деятельности пищеварительных желез. Ч. I. Влияние мозгового придатка на секрецию пепсиновых желез. Дисс., 1934 (рукопись). — Дионесов С. М. Влияние вазопрессина и окситоцина на желудочную секрецию (рукопись). — Дионесов С. М. Влияние адреналина на желудочную секрецию (рукопись). — Дионесов С. М., Л. Т. Загорюлько, А. В. Лебединский, Я. П. Турцаев — Физиол. журн. СССР, т. XVI, вып. 5, с. р. 733, 1933. — Данилов Д. А. и Крестовников А. Н. Физиол. журн. СССР, т. XV, вып. 3, 1932. — Hestermann. Цит. по Cohn, Dtsch. Arch. f. klin. Med. вып. 43, стр. 240. — Зимкина А. М. и Михельсон А. А. Физиол. журн. СССР, т. XV, вып. 5, 1932. — Кисель З. М. Русск. физиол. журн., стр. 243, 1924. — Кнох. К вопросу о влиянии покоя и работы на кислотность и количество желудочного сока и двигательную способность желудка. Дисс., СПб. 1901. — Кадыгровов. Влияние мускульной работы на деятельность пепсиновых желез. Дисс. СПб. 1905. Кузьмина Н. Труды Института по изучению профзаболеваний им. В. А. Обу- ха, вып. 24, стр. 128, 1929. — Grondoll. The Amer. Joorn. of Physiol. Vol. 81, p. 48, 1928. — Chaveau и Kaufmann. Цит. по Ф. Бейбридж. — Л. Т. Лейбсон. Русск. физиол. журн. т. X, вып. 3—4, 1927. — London E., N. P. Kotschneff, A. M. Dubinsky u. As. Kotzwa. Pfl. Arch. 233, B. 20. S. 160, 19.3. — Mantelli. Wien. Klin. Wschr. 1911, с. 451. — Моссо А. Усталость. Ч. 1, 1893. — Маркова Е. А. Физиол. журн. СССР, т. XVI, вып. 3, стр. 414, 1933. — Прикладовицкий и Апполонов. Архив мед. наук, т. 11, вып. 1, стр. 17, 1930. — Рогов А. Русск. физиол. журн., т. XII, вып. 6, 1929. — Риккль А. В. Физиол. журн. СССР, т. XIII, стр. 287, 1930. — Streng, Dtsch. Med. Wschr. № 2, стр. 54, 1891. — Salvioli. Цит. по Кадыгровову. Дисс. 1905. — Спиринг. К вопросу о влиянии мышечной работы на отправление желудка у здоровых людей. Дисс. СПб. 1891. Соколова Э. К. Моск. мед. журн. № 11, 1926. — Сеченов И. М. Собр. сочин., т. 1, стр. 244, 1907. — Тонких А. В. Труды Об-ва русск. врач., стр. 1, СПб. 1913. — Fleischer. Klin. Wschr. № 7, 1882. — Цитович. Русск. физиол. журн., т. I вып. 1—2, 1918. — Цион. „Сердце и мозг“. Речь на торжественном акте ИМХ Ак. 1873.

WIRKUNG DER MUSKELARBEIT AUF DIE MAGENSEKRETION

Von M. I. Saprochin

Aus dem Physiologischen Laborat. der S. M. Kiro w'schen Militär-Medizinischen Akademie der Roten Armee. (Leiter d. Laborat. — Akad. L. A. Orbeli)

1. Unter der Wirkung einer kurzdauernden aber genügend angestregten Muskelarbeit (Lauf eines Hundes in der Treadbahn im Laufe von 30 Min. mit einer Schnelligkeit von 9 Klm. pro 1 Stunde), die sowohl als auch nach der scheinbaren Fütterung des Tieres ausgeführt wurde, wird der Verlauf der Kurve der Saftabsonderung in der 1. Phase der Magensekretion gestört.

Das findet in der Herabsetzung der Sekretion während des Laufes und 1—1½ Stunden nach dem Laufe Ausdruck. In den Versuchen mit dem Laufe vor der Fütterung wird auch eine bedeutende Abnahme der Gesamtmenge des Saftes beobachtet. In den Versuchen mit „scheinbarer Fütterung + Lauf“ ist die Verminderung der Gesamtmenge des Saftes im Laufe der ganzen Sekretionsperiode unbedeutend. Der Säuregehalt des Magensaftes sinkt nach dem Laufe ab.

2. Das Verbleiben eines oesophagotomierten Tieres mit einer Magen-fistel in einer Umgebung der „Laufimitation“ ruft im Verlauf der Magen-sekretion nach der Anwendung der „scheinbaren Fütterung“ dieselben Veränderungen in der Saftabsonderung hervor, die in den Versuchen mit dem Laufe beobachtet werden.

Die erwähnten Veränderungen müssen durch den bedingt reflektori-schen Mechanismus erklärt werden.

3. Der Lauf wirkt hemmend auf die 2. (humorale, chemische) Phase der Magensaftabsonderung ein. Diese hemmende Wirkung findet sowohl in den Fällen statt, in denen die physische Belastung von einem soeben gefütterten (Fütterung mit Fleisch, Einführung von Liebig'Extrakt) Tiere ausgeführt wird, als auch im Falle, wenn das Tier den entsprechenden Erreger der Magensekretion (Liebig'Extrakt, Alkohol) sofort nach der Muskularbeit erhält.

Unter der Wirkung der Muskularbeit wird Folgendes beobachtet: Verminderung der allgemeinen Sekretionsmenge, bedeutende Verlängerung der latenten Periode, Herabsetzung des Säureehaltes des Saftes und in einigen Fällen-Veränderung der Dauer des Saftabsonderung.

ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ НА СЕКРЕТОРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

М. И. Сапрохин

Из кафедры физиологии Воен.-мед. акад. РККА им. С. М. Кирова (нач. кафедры — акад. Л. А. Орбели)

По вопросу о влиянии мышечной нагрузки на секреторную деятельность поджелудочной железы мне удалось найти лишь одну работу Пчелиной (1) (1926), работавшей на собаке.

Ее опыты ставились таким образом, что животное предварительно проделывало работу, а затем получало пищу. При этих условиях в работе поджелудочной железы отмечались изменения в зависимости от степени тяжести мускульной нагрузки.

Работа подопытному животному давалась двух родов: тяжелая — собака возила груз в 20 кг в течение 1 часа 30 мин., и легкая — собака возила тот же груз, но в течение 20 мин.

После тяжелой работы автор отмечает при даче хлеба и мяса задержку секреции в первые 30 мин., при даче масла — уменьшение общего количества сока. При хлебе и молоке — уменьшение ферментов; при кормлении мясом — работа на количестве ферментов не сказывается.

Легкая работа сказывается при кормлении хлебом в изменении кривой секреции — максимум секреции приходится на первый час. При кормлении маслом автор отмечает увеличение секреции.

При кормлении молоком и мясом и при введении либиховского экстракта автор изменений не наблюдал, что склонен объяснить наступившим привыканием животного.

Собственные опыты

Целью опытов было выяснить влияние кратковременной, но достаточно интенсивной мышечной работы на секреторную деятельность поджелудочной железы накормленного животного.

В качестве подопытного животного служила собака „Поджелудочная“, у которой был выведен проток поджелудочной железы по способу И. П. Павлова.

Животное после операции выглядело очень хорошо и было вполне здорово. Сок вне опытов собака вовсе не теряла, так как рарилла прижила таким образом, что в обычном положении животного сок не вытекал, и для получения его каждый раз вставлялась в проток железы тонкая металлическая трубочка. Эта манипуляция протекала всегда легко и быстро.

После ряда контрольных опытов на хлеб, показывающих нормальный ход кривой [Вальтер (2) (1897)], было приступлено к опытам с бегом.

Опыты с бегом чередовались с контрольными. Сок собирался в градуированные цилиндрики каждый час. Кроме того, отмечалось количество сока за каждые 15 мин. В опытах с кормлением хлебом определялась переваривающая сила сока по Wohlgemuth (3). Опыты с бегом проводились в третбане. Собака бегала 30 мин., в течение которых пробежала 4,5 км.

Были поставлены две серии опытов: с кормлением черным хлебом и с введением в двенадцатиперстную кишку 0,25% раствора HCl.

Порядок опытов с бегом был таков. Животное съедало в течение 2 мин. 200 г черного хлеба, смешанного с 50 см³ дистиллированной воды, и затем сразу начинался бег. Во время бега сок собирался в колбочку, подвешенную к брюху животного.

В опытах с вливанием 0,25% HCl порядок был иной: голодавшему 12–15 час. животному как в контрольных опытах, так и во время бега, из бюретки через каждые 2 мин. в течение 30 мин. вводилось в фистулу двенадцатиперстной кишки 0,25% HCl.

Количество отделявшегося сока отмечалось каждые 15 мин.

1. Опыты с кормлением хлебом¹

ТАБЛИЦА 1

Отделение поджелудочного сока (в кубических сантиметрах)
(средние цифры)

Контрольные опыты (9)			Опыты с кормлением хлебом + бег (5)		
Часы	Колич. сока	Перев. сила	Часы	Колич. сока	Перев. сила
I	40,1	6,1	I	11,0	4,5
II	59,5	5,8	II	39,1	3,5
III	42,9	5,8	III	59,0	3,5
IV	21,8	5,6	IV	37,0	3,6
V	15,8	7,4	V	17,1	3,6
VI	15,1	6,0	VI	12,3	4,5
VII	9,2	6,3	VII	16,2	3,9
VIII	8,8	7,3	VIII	14,5	4,3
IX	8,7	6,8	IX	3,1	4,3
Всего	221,9	—	Всего	209,3	—

Первое, что обращает наше внимание при рассмотрении табл. 1 — это изменение характера кривой (рис. 1) поджелудочного сокоотделения в результате бега, произведенного сразу после кормления хлебом.

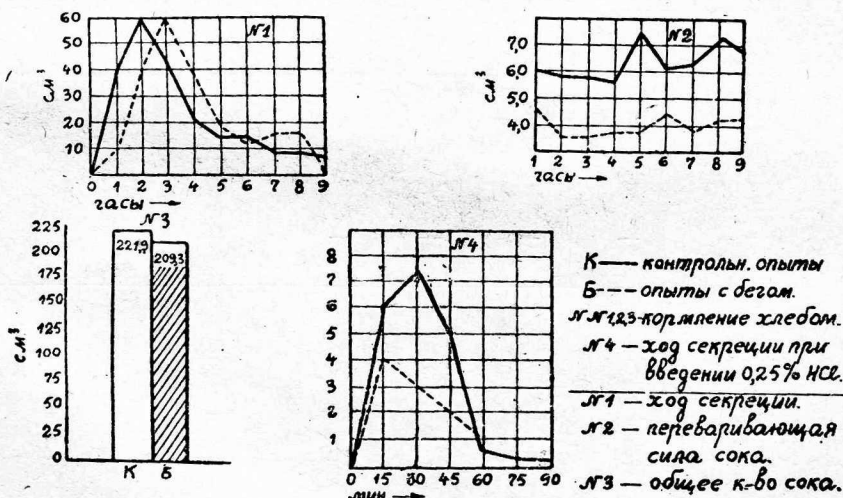


Рис. 1.

Мы видим, что в кривой в опыте с бегом максимум отделения переместился со второго на третий час.

Опыты на животных, в которых изучалось влияние бега в третбане (в течение 30 мин., скорость 9 км час), на первую и вторую фазы желудочного сокоотделения показали, что секреция и в той и другой фазах под влиянием бега особенно резко тормозится в первые 30—60 мин. [Сапрохин (4)].

Таким образом уменьшенное поступление в двенадцатиперстную кишку желудочного сока сказывается на секреторной деятельности поджелудочной железы в первый час сокоотделения.

Это вполне совпадает с данными Долинского (5) (1894), установившего, что параллельно с уменьшением желудочной секреции уменьшается и отделение поджелудочного сока.

Кроме изменения хода кривой секреции, в результате бега можно отметить весьма незначительное уменьшение общего количества сока, а также падение переваривающей силы (рис. 1 (2)).

Анализируя сокоотделение поджелудочной железы и имея в виду ее зависимость от деятельности желудочных желез, надо учитывать и первую („рефлекторную“) фазу поджелудочной секреции.

Однако, как видно из работ Вальтера (2) (1897), Кревера (6) (1899) и особенно А. В. Тонких (1924), значение этой фазы в общей секреции весьма незначительно, и таким образом, изучая поджелудочную секрецию, приходится иметь в виду главным образом химическую фазу.

2. Введение соляной кислоты в покое и во время бега

В целях более детального выяснения влияния мускульной работы на деятельность поджелудочной железы и были предприняты опыты со вливанием в двенадцатиперстную кишку 0,25% HCl.

ТАБЛИЦА 1

Отделение поджелудочного сока при введении 0,25% HCl во время бега

Время в минутах	Количество сока в кубических сантиметрах					Среднее из 5 опытов с бегом	Контроль. опыт
0—15	2,3	5,0	7,2	6,4	капли	4,0	6,1
15—30	0,8	1,3	7,3	6,0		3,0	7,4
30—45	капля	1,2	5,0	0,7	1,5	2,2	5,0
45—60	0,8	0,0	1,9	0,4	2,0	0,6	0,6
60—75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
75—90	—	—	—	—	—	—	0,3
Всего кубических сантиметров	3,9	7,5	21,4	14,5	3,5	9,8	19,7
Число	16/V	17/V	21/V	9/VI	20/VI	—	—
№ опытов	41	42	44	51	54	—	—

Как было указано выше, в опытах с кормлением хлебом характер секреции поджелудочного сока в значительной степени (если игнорировать рефлекторную фазу поджелудочной секреции) может быть объяснен изменением в желудочной секреции. Необходимо было исключить влияние этого момента.

Пользуясь описанной выше методикой, очень легко было по усмотрению экспериментатора вводить определенные количества кислоты и наблюдать за ходом сокоотделения.

Из приведенных опытов видно, что влияние мышечной работы при введении HCl в некоторых случаях сказывается лишь укорочением общего времени секреции (оп. № 44 и 51).

Интересно, что аналогичные результаты получены С. С. Серебренниковым (3) (1932) при „болевом“ раздражении животного с фистулой поджелудочной железы. Нанося „болевое“ раздражение при кормлении собаки жиром и при введении с помощью зонда 0,25% HCl, во втором случае он отмечает значительно меньший тормозной эффект, а иногда и полное отсутствие его.

Однако в нашем случае в трех из пяти опытов с бегом мы видим отчетливое влияние мышечной работы на секрецию поджелудочного сока, вызванную введением 0,25% HCl, что выражается в уменьшении секреции и укорочении времени сокоотделения.

Средние величины всех опытов с бегом также говорят об этом (рис. 1(3)).

Выводы

1. Под влиянием кратковременной, но достаточно интенсивной мышечной работы в опытах с кормлением хлебом отмечается резкое снижение секреции поджелудочного сока за время бега и около 1½ час. спустя после бега.

В дальнейшем кривая сокоотделения как бы сдвигается, запаздывая на один час.

Общее количество сока под влиянием бега почти не изменяется, переваривающая сила падает.

2. В некоторых опытах с введением 0,25% HCl в двенадцатиперстную кишку бег оказывает сильно угнетающее секрецию влияние, в других же опытах это влияние незначительно, и ход сокоотделения соответствует тому, что наблюдается в контрольных опытах.

3. а) Наблюдающееся в опытах с кормлением хлеба падение секреции поджелудочного сока в результате бега может быть объяснено уменьшенным поступлением из желудка в двенадцатиперстную кишку кислого желудочного содержимого вследствие угнетающего влияния мускульной работы на обе фазы желудочного сокоотделения.

б) Снижение отделения поджелудочного сока в опытах с введением соляной кислоты должно быть объяснено угнетающим влиянием мускульной работы на поджелудочную секрецию, независимо от уменьшения секреции желудочных желез.

Поступило в редакцию
10 февраля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пчелина. Моск. мед. журнал № 11. 1926—2. Вальтер. Отделительная работа поджелудочной железы. Дисс., 1897. СПб.—3. Wohlgemuth I. Grundriss der Fermentenmethoden. Berlin. 1913, S. 100—4. Сапрохин М. И. Влияние мышечной работы на желудочную секрецию. Физиол. журн. СССР, см. этот № журнал.—5. Долгинский В. О влиянии кислот на отделение сока поджелудочной железы. Дисс. СПб. 1894.—6. Кревер. К анализу отделительной работы поджелудочной железы. Дисс. СПб. 1899.—7. Tonkisch. Pflüg. Arch. 206, 525, 1924.—8. Серебренников. Физиол. журн. СССР, т. XV, вып. 4, 1932, стр. 330.

WIRKUNG DER MUSKELARBEIT AUF DIE SEKRETORISCHE TÄTIGKEIT DES PANKREAS

Von *M. I. Saprochin*

Aus dem Physiologischen Laborat. der S. M. Kir o w'schen Militär-Medizinischen Akademie der Roten Armee. (Leiter d. Laborat. — Akademiker L. A. Orbeli)

1. Unter der Wirkung einer kurzdauernden, aber genügend intensiven Muskelarbeit in den Versuchen mit der Fütterung mit Brot wird eine starke Herabsetzung der Pankreassaftsekretion während des Laufes und etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Laufe beobachtet.

Später verschiebt sich die Kurve der Saftabsonderung und verspätet um eine Stunde.

2. In einigen Versuchen mit der Einführung von 0,25% HCl in den Zwölffingerdarm übt der Lauf eine starke, die Sekretion hemmende Wirkung aus, in den übrigen Versuchen ist diese Wirkung unbedeutend und der Verlauf der Saftabsonderung entspricht den Ergebnissen der Kontrollversuche.

3. a) Die in den Versuchen mit Brotfütterung beobachtete Absinkung der Sekretion des Pankreassaftes als Folge des Laufes kann in der verminderten Zufuhr von saurem Mageninhalt aus dem Magen in des Duodenum, infolge der hemmenden Wirkung der Muskelarbeit auf, beide Phasen der Magensaftabsonderung Erklärung finden.

b) die Herabsetzung der Pankreassaftabsonderung in den Versuchen mit der Einführung von Salzsäure muss durch die hemmende Wirkung der Muskelarbeit auf die Pankreassekretion unabhängig von der verminderten Sekretion der Magendrüsen erklärt werden.

НАРКОТИКИ И СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ КИШЕЧНИКА

Сообщ. 1. Центральная регуляция кишечной секреции

Л. Г. Меркулов

Отдел экспериментальной фармакологии ВИЭМ (зав. — проф. В. В. Савич) Ленинград

В фармакологической литературе за последнее десятилетие вызвали большой интерес работы E. Pick о действии снотворных веществ. Согласно его теории наркотики, по своему элективному действию на кору и подкорковые части мозга, могут быть разделены на две группы: „Cortexhypnotica“ (спирт, паральдегид и др.) и „Hirnstammhypnotica“ (группа веронала).

В связи с изучением проблемы водного обмена, в лаборатории В. В. Савича был получен ряд данных о влиянии некоторых снотворных на кишечную секрецию. Эти данные укладывались в классификацию Pick. Именно, исследования М. М. Горбуновой-Николаевой показали, что в то время как морфий и магний вызывали значительное и продолжительное угнетение возбужденной каломелем секреции сока из изолированного по Thiry-Vella отрезка кишки, спирт и хлорал-гидрат оказывали относительно слабое угнетающее влияние на секрецию кишечного сока.

Однако эти факты, которые, казалось, находились в согласии с теорией Pick, побуждали к дальнейшему исследованию влияния снотворных на секреторную функцию кишечника, как одного из компонентов, участвующих, наряду с почками, в водном обмене.



Методика

Опыты были поставлены на четырех собаках с изолированной по Thiry-Vella кишечной петлей из разных отделов тонких кишек. У двух собак („Сатурн“ и „Дружок“) кишечная петля была выведена из верхнего отдела jejunum, причем у „Дружка“ перед наложением Thiry-Vella'вской петли были резецированы оба nn. splanchnici, экстирпированы plexus solaris и брюшные симпатические цепочки, у третьей собаки („Марс“) петля изолирована из средней части jejunum и у четвертой („Каштанка“) — из нижнего отдела тонких кишек (ileum).

Пищевой режим собак был однообразным в течение всего времени наблюдений. Опыты ставились приблизительно в одно и то же время дня (с 10 час. утра), перед опытом животные всегда получали еду ($\frac{1}{2}$ л. молока + 100,0 белой булки).

Секреция вызывалась механическим раздражением слизистой оболочки кишки путем введения дренажной трубочки и затем химическим — посредством орошения полости кишечной петли каломелем. Для орошения каломель (0,3), тщательно взболтанный в 25 см³ теплого физиологического раствора, вводился на 5 мин. в полость кишечной петли. Затем кишка промывалась чистым физиологическим раствором и вновь вводился дренаж, посредством которого отделяющийся кишечный сок собирался через каждые 15 мин. в градуированный цилиндр.

Каломель представляет преимущество перед другими химическими агентами в том отношении, что он, усиливая главным образом водовыделительную функцию, не угнетает при этом ферментообразовательной функции и не вызывает патологических изменений в кишке (В. В. Савич). В виду этого мы избрали, по предложению В. В. Савича, каломельную секрецию как показательный тест для анализа действия снотворных веществ на секреторную деятельность кишечника.

Влияние ртутных соединений на секреторную и моторную функции кишечника было предметом неоднократного изучения в лаборатории проф. В. В. Савича. В целях характеристики каломельного теста следует напомнить, что в результате этих исследований (В. В. Савич, А. И. Кузнецов, Н. П. Говоров) было установлено, что ртутные соединения (каломель, новасуrol) усиливают и секрецию кишечного сока и моторную деятельность кишечника. Ближайший анализ действия новасуrolа на дви-

гательную функцию кишки (Н. П. Говоров) показал, что точкой приложения действия ртутных соединений являются периферически участки парасимпатической нервной системы (окончания п. vagi и ауэрбаховское сплетение).

Повидимому, тот же самый механизм лежит и в основе сокогонного действия каломеля. После местной атропинизации кишечной петли секреторное действие каломеля резко уменьшается, как это видно из следующего нашего опыта (табл. 1).

ТАБЛИЦА I

Сокоотделение по часам (в кубических сантиметрах)

Часы	Контрольный опыт		Атропин	
	Количество кишечного сока см ³	Амилаза в мг глюкозы (по Pavy)	Количество кишечного сока в см ³	Амилаза в мг глюкозы по (Pavy)
I	3,0	74,2	3,4	71,4
	Орошение HgCl		Орошение Atrop. Sulfur. 0,01 через 15' — HgCl	
II	8,3	67,5	4,8	60,9
III	5,7	—	3,5	—

Понижение каломельной секреции после атропина указывает на участие парасимпатического аппарата в секреторном действии каломеля.

Экспериментальная часть

А. Влияние группы веронала (мединал и люминал)

Веронал и люминал — производные барбитуровой кислоты — являются типичными представителями группы „Hirnstammhypnotica“. По Rick, вещества этой группы прежде всего и в малых количествах понижают возбудимость центров мозгового ствола. Угнетая в промежуточном мозгу центры водного обмена, они вызывают резкое торможение диуреза. Влияние этой группы на секреторную функцию пищеварительных желез не изучено. Правда в литературе встречаются некоторые клинические указания о понижающем секрецию действии мединала и люминала при гиперсекреторных состояниях желудочной секреции (Hess, Faltischek). Bernsdorf также на клиническом материале наблюдал усиление тормозящего действия атропина на желудочную секрецию под влиянием мединала и люминала.

В наших исследованиях мы пользовались 10% растворами мединала и люминал-натрия. Вещества эти вводились подкожно за 30 мин. до орошения кишечной петли каломелем. Результаты этих опытов представлены в нижеследующей таблице, где сокоотделение показано в кубических сантиметрах за час; при этом первый час показывает секрецию от механического раздражения дренажем, а последующие часы — каломельную секрецию (табл. 2).

Из данных этой таблицы можно видеть в контрольных опытах (табл. 2, опыты № 1, 3) характерное свойство каломеля увеличивать секрецию кишечного сока в 1,5—2 раза сравнительно с секрецией от механического раздражения дренажной трубкой.

Совершенно другие отношения получаются в опытах с мединалом и люминалом. В этих опытах (табл. 2, опыты № 2, 4, 5, 6) каломель не проявляет своего обычного секреторного действия, механическая секреция тоже угнетена, хотя в значительно меньшей степени, чем

каломельная секреция. Угнетающее влияние барбитуровых соединений сохраняется продолжительное время. Повторное орошение каломелем, сделанное через 5 час., в этом случае не оказывало сокогонного эффекта, и на следующий день секреторная реакция еще находилась в состоянии угнетения. Таким образом мединал, и особенно люминал, оказывают сильное и продолжительное угнетающее влияние на секреторную функцию кишечных желез.

ТАБЛИЦА 2

„Каштанка“. Вес 12,300. Петля по Thiry-Vella (ileum)

Дата	№	Опыт	Секреция на механич. раздражен	Секреция на каломель часы		
				I	II	III
8/X-33	1	Контрольный опыт.....	2,5	4,8	3,8	3,2
9/X-33	2	Мединал 0,5 подкожно.....	2,0	2,6	2,5	2,3
5/XI-33	3	Контрольный опыт.....	2,8	5,3	4,6	3,3
6/XI-33	4	Люминал 0,05 на собаку....	2,2	4,0	3,6	3,0
22/XI-33	5	Люминал 0,1 " ".....	1,9	3,3	2,7	2,0
28/XI-33	6	Люминал 0,25 " ".....	2,0	1,8	2,0	1,7
29/XI-33	7	На следующий день.....	2,2	3,2	3,0	2,4

В пределах каких доз можно наблюдать тормозное влияние барбитуровых соединений на секреторную деятельность кишки? Мединал в дозах по 0,02—0,03 на 1 кг веса при однократном введении вызывал иногда усиление секреции сока, в дозах по 0,05 на 1 кг — ясно понижал сокогонное действие HgCl . Наименьшая доза люминала, угнетающая каломельную секрецию, была около 0,0075 на 1 кг, в дозах по 0,025 на 1 кг — люминал совершенно снимал секреторное действие HgCl и понижал механическую секрецию, не вызывая при этом сна и заметных изменений в общем поведении собаки.

Местное приложение мединала (орошение кишечной петли) в слабых концентрациях 1:10 000 и 1:1000 не угнетало секреторного действия каломеля, и только при промывании кишки раствором мединала в концентрации 1:100 в течение 1 мин. получалось понижение каломельной секреции. Само собой разумеется, что в этой постановке опыта трудно изолировать местное действие мединала от резорбтивного влияния вследствие всасывания его из петли. Поэтому при местном приложении больших концентраций мединала наступает не только торможение секреции, но также и общее действие — у собаки появляется легкая сонливость.

Кумулятивное действие

Известно, что дериваты барбитуровой кислоты медленно выделяются из организма и при повторных введениях дают кумулятивное действие. По опытам Schlossmann на собаках веронал при введении per os выделяется почками до 47% в первый день и до 94,5% в течение трех дней. Другие дериваты барбитуровой кислоты выделяются почками в незначительном количестве: люминал от 1 до 25%, финодорм от 2,5 до 6,3%, проминал в виде следов (Halberkranz Reiche, Weese), следовательно большая часть производных изменяется интермедиарно.

При повторных введениях мединала и люминала наступает ясное понижение выделения кишечного секрета, как это можно видеть из опытов, представленных в табл. 3, т. е. обнаруживается кумулятивное действие.

ТАБЛИЦА 3

„Сатурн“. Петля по Thiry-Vella (верхняя часть jejuni). Вес 24,300

Часы	Контр. опыт 8/III-35	Ежедневно люминал по 0,01 на 1 кг					После прекращения дачи люминала		
		1-й день 9/III	2-й день 10/III	3-й день 11/III	4-й день 13/III	5-й день 14/III	через 3 дня 17/III	через 5 дней 20/III	через 10 дней 25/III
I	5,8 см ³	6,5	8,3	11,6	6,0	4,7	9,5	11,8	8,5
II	7,5 „	9,6	12,0	18,0	6,7	4,9	13,0	13,5	11,0
Всего на два часа	13,3 „	16,1	20,3	29,6	12,7	9,6	22,5	25,3	19,5

„Дружок“. Петля по Thiry-Vella (верхняя часть jejuni); удалены
брюшные симпатические ганглии. Вес 19,700

Часы	Контр. опыт 15/III-34	Ежедневно медиал по 0,025 на 1 кг				После прекращения дачи медиала		
		1-й день 16/III	2-й день 17/XIII	3-й день 19/XIII	4-й день 20/XIII	через 2 дня 22/III	через 5 дней 25/III	через 10 дней 30/III
I	2,5 см ³	3,2	2,2	1,9	1,5	2,0	3,4	2,3
II	7,0	9,6	5,7	3,5	2,2	3,0	11,8	8,0
III	3,0	4,5	2,0	2,2	1,8	2,0	7,0	5,3
Всего за 2 часа	10,0	14,1	7,7	5,7	4,0	5,0	18,0	13,3

Секретция после орошения каломелем

II	7,0	9,6	5,7	3,5	2,2	3,0	11,8	8,0
III	3,0	4,5	2,0	2,2	1,8	2,0	7,0	5,3
Всего за 2 часа	10,0	14,1	7,7	5,7	4,0	5,0	18,0	13,3

„Каштанка“. Петля по Thiry-Vella (отд. ileum). Вес 12,300

Часы	Контр. опыт 14/X-33	Ежедневно по 0,25 медиала			Контр. опыт 13/XI	Ежедневно по 0,1 люми- нала		
		1-й день 15/X	2-й день 16/X	3-й день 17/X		1-й день 14/XI	2-й день 15/XI	3-й день 16/XI
I	2,4 см ³	2,6	2,0	2,1	2,5	2,4	2,2	1,3

Секретция после орошения каломелем

IV	4,6	5,0	3,2	3,0	4,8	3,8	3,0	2,1
III	4,0	4,8	3,0	2,8	4,1	3,0	2,4	2,0
II	3,0	3,2	2,8	2,6	3,4	2,5	2,2	1,9
Всего за 3 часа	11,6	13,0	9,0	8,4	12,3	9,3	7,6	6,0

Из этих опытов следует, что малые дозы мединала (0,015—0,025 на 1 кг) и люминала повышают отделение кишечного секрета. При повторных введениях тех же доз наступает кумуляция, и секреция сока, наоборот, понижается. После прекращения дачи наркотиков секреторная реакция некоторое время еще находится в состоянии торможения и, наконец, через 3—4 дня опять наступает фаза повышенного сокоотделения. Таким образом эти наркотики в малых дозах и в период последействия больших доз усиливают секрецию кишечного сока, а при увеличении дозы или при повторных введениях оказывают угнетающее влияние на секрецию.

Эти факты расходятся с данными Вонсманн о тормозящем действии барбитуровых соединений на диурез. В опытах Вонсманн люминал, проминал и фанодорм при повторных введениях не оказывали тормозящего действия на диурез несмотря на усиление центрального действия.

Люминал резко угнетал диурез лишь в первые сутки, при даче на второй-третий день антидиуретического влияния почти не было. При введении фанодорма, который отличается от люминала гидрированным бензольным кольцом, торможение диуреза держалось еще меньше, а при повторном его введении через 6 час. нельзя было наблюдать угнетения диуреза.

Растормаживающее влияние повторных доз люминала и близких ему дериватов барбитуровой кислоты трудно объяснить с точки зрения центрального механизма торможения диуреза. Оно связано не с „привыканием“, как предлагает Вонсманн, а, вероятно, с диуретическим действием продуктов распада этих веществ в организме, большая часть которых изменяется интермедиарно. С другой стороны, сопоставление данных диуреза и секреции кишечного сока показывает чрезвычайную чувствительность секреторного аппарата кишки в отношении резорбтивного и кумулятивного действия барбитуровых соединений.

Влияние группы веронала на ферментативную деятельность

Известно, что наркотические вещества нарушают ферментативные клеточные процессы, в особенности те, которые носят окислительный характер (O. Warburg, Meyerhof). Естественно возникал вопрос: если группа веронала резко угнетает секрецию кишечного сока, то не изменится ли при этом и ферментативная деятельность кишечных желез?

В следующих опытах, кроме количества, определялось еще содержание ферментов (эрепсина и амилазы) в получасовых порциях кишечного сока, собранных на механическое раздражение.

Амилаза определялась титрованием глюкозы по методу Рауу после 2 час. стояния 25 см³ 1% раствора крахмала + 1 см³ кишечного сока в водяной бане при 38° С. Количественное определение эрепсина производилось посредством формольного титрования по Sørensen после суточного стояния 10 см³ 5% щелочного пептона с кристалликом тимола + 1 см³ кишечного сока в термостате при 33° С.

В табл. 4 показатель амилалитического действия кишечного сока выражен в миллиграммах глюкозы; показатель эрептического действия представляет разницу между количеством титра 1/40n NaOH, пошедшим для нейтрализации порции с расщепленным пептоном, и контрольной. Графа „общее количество ферментов“ выражает произведение количества ферментного действия 1 см³ сока на его часовое количество, — результат, который мог бы получиться, если подействовать при одинаковых условиях всем количеством сока на пептон и крахмал.

Анализ этих опытов показывает, что после первой дачи люминала или мединала содержание ферментов (эрепсина, амилазы) существенно

не изменяется, но дальше, в связи с развитием кумулятивного действия, наступает торможение секреции кишечного сока; общее содержание ферментов и концентрация их тоже начинают падать.

ТАБЛИЦА 4

Влияние мединала и люминала на ферменты

Дата	Опыты	Кол. сока в см ³	Эрепсин		Амилаза	
			фер. д. 1 см ³	общее кол. ферм.	ферм. д. 1 см ³	общее кол. ферм.
	„Сатурн“	•				
11/II-35	Контрольный опыт	4,0	12,3	49,2	83,3	333,2
	Люминал по 0,5 ежедневно					
13/II-35	1-й день	5,6	10,5	58,8	72,7	407,12
14/II-35	2-й день	3,5	11,7	49,95	65,8	230,3
15/II-35	3-й день	2,8	9,2	26,76	50,2	140,56
	„Дружок“					
17/VII-34	Контрольный опыт	2,2	6,6	14,52	35,7	78,54
	Мединал по 0,75 ежедневно					
19/VII-34	1-й день	2,5	5,7	14,25	35,0	87,5
20/VII-34	2-й день	2,0	6,0	12,0	33,7	67,4
21/VII-34	3-й день	1,8	5,2	9,36	31,2	56,16

Примечание: люминал и мединал вводились подкожно за час до опыта.

Таким образом барбитуровые соединения, угнетая прежде всего и наиболее резко водовыделительную функцию кишечных желез (резкое торможение каломельной секреции), при повторных воздействиях (кумулятивное действие) вызывают существенные изменения в ферментообразовательной деятельности кишечных желез.

В. Влияние группы уретана

По последним данным Е. Ріск, уретан и гедонал отнесены к группе „Cortex-hypnotica“.

Испытание влияния этой группы на секрецию кишечника показало, что уретан в дозах до 1,0 на собаку весом в 12 кг при подкожном введении за 30 мин. до орошения петли HgCl не вызывал существенных изменений в секреторной работе кишки. При удвоении дозы (2,0) секреторное действие HgCl понижалось в среднем на 40—50%. При увеличении дозы уретана до 4,0 наступало значительное торможение, особенно резко в первом часу каломельной секреции, затем угнетение уменьшалось, и повторное орошение петли через 4 часа показывало наличие каломельной секреции.

Гедонал в дозах 1,0—2,0 на собаку (0,1—0,2 на 1 кг) при ректальном введении угнетал секрецию кишечного сока сильнее, чем уретан.

Местное приложение уретана как до, так и после вливания HgCl в сильных концентрациях (10% раствор), оказывало влияние на секрецию; слабые концентрации уретана (1:1 000 и 1:100) были недействительны.

ТАБЛИЦА 5

„Каштанка“. Вес 12 кг. Петля по Thiry-Vella (ileum)

Дата	Опыт	Секрция на механич. раздр. в см ³	Секрция на HgCl			Примечания
			Первый час	Второй час	Через 4 часа (HgCl)	
14/XII-33	Контрольный опыт . . .	2,0	4,3	4,0	—	Сонливость
15/XII-33	Urethan 4,0 (per rectum).	1,7	1,8	2,5	3,2	
17/XII-33	„ (10%—25 см ³) орошение киш. петли.	1,8	4,0	2,6	—	
25/XII-33	Контрольный опыт . . .	2,0	4,0	3,5	—	Сонливость
27/XII-33	Hedonal 2,0 (per rectum)	1,6	1,9	1,7	2,8	

Следовательно, представители уретановой группы, как и барбитуровые соединения, оказывают тормозящее влияние на секрецию кишечного сока, но, в отличие от группы веронала, это угнетающее действие не такое длительное, как при меминаловом и люминаловом торможении.

С. Влияние группы хлорал-гидрата (хлоралоза, хлорал-гидрат, хлорэтон), паральдегида и сульфонала

В классификации Е. Риск хлоралоза, хлорал-гидрат и паральдегид занимают место в группе „Cortex“, а хлорэтон „Hirnstammhypnotica“. По опытам М. М. Горбуновой-Николаевой, хлорал-гидрат относительно слабо угнетал секрецию кишечника. В наших опытах хлоралоза в дозах по 0,1—0,2 grо kilo per os незначительно понижала каломельную секрецию. Однако паральдегид и хлорэтон резко понижали секретное действие каломеля.

Паральдегид вводился в желудок посредством зонда вместе с молоком, чтобы смягчить его местное раздражающее действие; в этих случаях контрольные опыты ставились тоже с введением 100 см³ молока без паральдегида. Опыты показали, что паральдегид в дозах по 0,15 на 1 кг веса понижал каломельную секрецию в среднем на 40%, а в дозах по 0,25 на 1 кг совершенно уничтожал каломельное действие и в меньшей степени понижал секрецию от механического раздражения трубочкой. Повторное вливание каломеля через 4 часа после дачи паральдегида не оказывало влияния на секрецию.

Хлорэтон (третичный трихлорбутиловый спирт), примерно в тех же дозах (0,05—0,1 grо kilo), что и меминал, резко тормозил секреторную деятельность кишки.

Плохая растворимость сульфонала в воде и его медленная всасываемость затрудняют изучение влияния этого вещества. Мы вводили сульфонал per os за 2—4 часа до вливания HgCl. Введение 1,0 сульфонала не оказывало заметного влияния на собаку. После 2,0 можно было наблюдать снижение каломельной секреции главным образом во второй половине кривой (2—3 час. и позднее при вторичном орошении HgCl). Приводим эти опыты.

Следовательно, для сульфонала характерной чертой является позднее развитие торможения секреции кишечного сока.

ТАБЛИЦА 6
„Каштанка“. Петля по Thiry-Vella (ileum)

Дата	О п ы т	Секреция на механич. раздр. в см ³	Секреция на HgCl			Примечания
			Первый час	Второй час	Через 4 часа (HgCl)	
22/I-34	Контрольный опыт . . .	2,3	4,8	4,0	—	Легкая сон- ливость
24/I-34	Chloralosa 0,2 на 1 кг .	2,2	3,2	3,6	—	
8/I-34	Paraldehyd 0,25 на 1 кг .	2,4	2,9	2,4	2,5	
13/I-34	Chloretop 0,05 на 1 кг .	2,0	3,0	2,2	—	
4/II-34	Chloretop 0,1 на 1 кг .	1,9	2,7	2,4	—	
24/II-34	Sulfonal 2,0 на собаку за 3 часа до HgCl . . .	2,2	3,0	2,8	2,4	

Обсуждение опытов

Механизм секреции кишечного сока в настоящее время менее изучен, чем механизм желудочной и поджелудочной секреции. Однако накопилось много данных, указывающих на важную роль нервной системы в секреции кишечного сока. В пользу нервной регуляции говорят такие факты, как, например, классический опыт Моро с „паралитической“ секретцией, усиление секреции кишечного сока и ферментов при раздражении блуждающих нервов (опыты Савича и Соשתвенского), изменение реактивности кишечных желез денервированной петли в отношении кровяных и местно действующих раздражителей (Орбели).

Наши исследования показали, что секреторная реакция кишечной петли на локальные раздражения (дренажная трубка + каломель) под влиянием снотворных резко изменяется, вплоть до полного торможения секреторного действия каломеля. Изменения в секреции происходят от таких доз, которые еще не вызывают снотворного эффекта, и, следовательно, предполагать, что это зависит от изменения в кровообращении и дыхании во время наркоза, едва ли возможно. Надо думать, что здесь имеет место прямое влияние центральной нервной системы на секреторную функцию кишки. В пользу этого говорят также наблюдения, что снотворные в минимальных дозах и в последствии от больших доз усиливают секрецию кишечного сока.

Таким образом местные раздражения выступают в качестве главного фактора секреции только при определенных физиологических отношениях. Снотворные, изменяя, повидимому, возбужденность вегетативных центров, создают качественно новые нервно-гуморальные отношения, на фоне которых эффективность секреторной реакции на локальное механическое и, особенно, химическое раздражение резко понижается. Секреторная функция кишечных желез совершается и поддерживается местными воздействиями, но функциональная установка в смысле эффективности секреции зависит от физиологического состояния центрального аппарата. С другой стороны, кишечные железы, секретируя богатый водой секрет, принимают также участие в водном обмене. По Pick „Hirnstammhypnotica“ (люминал, хлорэтон) угнетают центры водного обмена в межуточном мозгу, тормозя диурез и водный обмен в тканях (опыты Glass). Эти же вещества, как показали наши опыты, резко угнетают и секрецию

кишечника, причем секреторный аппарат кишки является очень чувствительным физиологическим реактивом, отвечая изменением секреторной деятельности на минимальные дозы люминала, еще не вызывающие заметных нарушений в общем поведении собаки.

Сопоставляя диурез и кишечную секрецию, В. В. Савич высказал предположение, что действие наркотиков на угнетение секреции кишечного сока зависит от изменения функциональной деятельности центров водного обмена.

Наоборот, кортикальные снотворные (паральдегид, хлоролоза), по Pick и Molitor, повышают диурез и снимают тормозящее действие питуитрина и хлоретона вследствие устранения тормозящих влияний коры на центры водного обмена. В наших опытах хлоролоза, а в опытах М. М. Горбуновой-Николаевой спирт и хлорал-гидрат оказывали относительно слабое действие и на секрецию кишки, однако паральдегид, подобно барбитуровым соединениям, значительно понижал выделение кишечного секрета. Расхождение размеров диуреза и кишечной секреции трудно объяснить с точки зрения центрального действия. В самом деле, как может паральдегид стимулировать центры водного обмена, угнетенные другим снотворным — хлоретоном? Этот факт можно объяснить только периферическим действием паральдегида, который выделяется главным образом почками (Cushny).

По вопросу о месте приложения действия снотворных в центральной нервной системе воззрения Pick находили подтверждение в исследованиях Е. и J. Kaeser, которые гистохимическим анализом обнаружили избирательную локализацию дериватов барбитуровой кислоты в зрительном бугре и в полосатом теле, в опытах Glass, показавших изменение содержания воды в мышцах под влиянием субкортикальных снотворных и после оперативного повреждения области зрительного бугра, наконец, в исследованиях Molitor и Pick с потенцированием при комбинации снотворных обеих групп. Однако Fromherz в опытах на мышах, а Girndt — на кроликах не могли подтвердить последнего факта.

Положение Pick о том, что „Cortex-narcotica“ в малых дозах не влияя на функцию мозгового ствола Girndt считает совершенно недоказательным. По опытам Girndt „кортикальные“ снотворные (неодорм, паральдегид) также сильно нарушают функции ствола (рефлексy Magnus „Körperstell- und Labyrinthreflex“), как и „Hirnstamm-narcotica“ (веронал, хлоретон).

В противоречии с концепцией Pick находятся также исследования Линдберга о влиянии различных снотворных на условно-рефлекторную деятельность. Снотворные обеих групп оказывали в общем одинаковое действие на кору больших полушарий головного мозга.

По действию на секрецию кишки снотворные не укладываются в рамки схемы Pick. Паральдегид — „Cortex-narcoticum“ — оказывает такое же сильное угнетающее влияние на секрецию кишечного сока, как и люминал — „Hirnstammnarcoticum“, — как это видно на рис. 1. Степень угнетения секреции неодинакова для различных наркотиков: спирт, хлоролоза и хлорал-гидрат слабо тормозят секрецию, наоборот — морфий, люминал, паральдегид, хлоретон и магний резко угнетают ее.

Суммируя материал, почерпнутый из собственного опыта и из литературных источников, можно сказать, что имеются все основания считать теорию Pick об элективном действии наркотиков на кору и подкорковые части мозга и его классификацию — схемами, не вполне

отражающими отношения сложного действия наркотиков на центральную нервную систему.

Фармакологические факты, послужившие основанием для наших выводов, вместе с тем вскрывают и важные физиологические отношения, указывая на роль центральной нервной системы в механизме секреции кишечного сока. Можно предполагать, что центральная нервная система регулирует не только количественную, но и качественную сторону работы секреторной ткани, т. е. не только водовыделительную, но и ферментообразовательную функцию кишечных желез. Группа веронала, угнетая в первую очередь наиболее резко водовыделительную функцию кишки, в дальнейшем угнетает и продукцию ферментов.

Итак, степень эффективности секреторной реакции кишки зависит от физиологического состояния центров регулирующих функциональную способность железистой ткани.

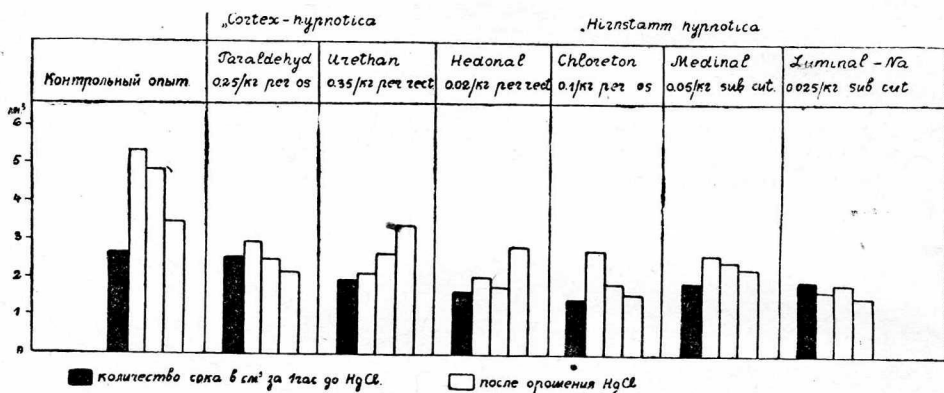


Рис. 1.

Анализ механизма действия снотворных на кишечную секрецию излагается во 2-м сообщении.

Выводы

1. Наркотики — люминал, мединал, уретан, гедонал, хлоретон, паральдегид, сульфонал — угнетают секрецию кишечного сока. Под влиянием снотворных резко угнетается секреторное действие каломеля и понижается секреция сока в ответ на механическое раздражение.

2. Группа веронала (мединал, люминал) в дозах, не вызывающих заметных изменений в общем поведении собаки, оказывает сильное и продолжительное угнетающее влияние на секреторную функцию кишечных желез.

3. Мединал и люминал в малых дозах и в последствии усиливают секрецию кишечного сока. При повторных введениях обнаруживается кумулятивное действие, характеризующееся угнетением секреции.

4. Мединал и люминал, угнетая в первую очередь и наиболее резко водовыделительную функцию кишки, в дальнейшем при кумуляции понижают также продукцию ферментов (амилазы, эрепсина).

5. По действию на секрецию кишки снотворные не укладываются в рамки схемы Pick. Паральдегид — „Cortex-narcoticum“ оказывает такое же сильное угнетающее влияние на секрецию кишечного сока, как и люминал — „Hirnstammnarcoticum“.

6. Задержка секреции кишечного сока под влиянием малых доз снотворных указывает на роль центральной нервной системы, регулирующую функциональное состояние железистой ткани.

Поступило в редакцию

23 августа 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкин. Внешняя секреция пищеварительных желез. 1927. — 2. Bernsdorff. Zeitschr. f. d. g. Exp. Med, Bd. 88, 1933, S. 143. — 3. Bohnsmann. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 156, 1930, S. 160; Bd. 165, H. 1/2, 1932, S. 659; Bd. 171, H. 4/5, 1933, S. 612; Bd. 172, H. 5—6, S. 645. — 4. Girndt. Verlag auf Pharmakologenkongress in Wiesbaden, 1932; Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 164, 1932, S. 118. — 5. Glass. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 136, 1928, S. 72. — 6. Говоров. Арх. биол. наук. т. XXXI, в. 4, 1931; Труды ВИЭМ, т. 1, в. 2, 1933; Бюлл. ВИЭМ, в. 8—9, 1934. — 7. Говоров, Кузнецов, Савич. Сов. вр. газета. № 14, 1933. — 8. Говоров и Савич. Физиол. журн. СССР, т. XVII, № 6, 1934. — 9. Горбунова-Николаева. Арх. биол. наук. т. 33, 1933. — 10. Halberkranz u. Reiche. Münch. med. Woch. 1927, S. 1451; 1932, S. 1431. — 11. Hess u. Faltitschek. Kl. Woch. 1929, 186. — 12. Kaeser E. u. J. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 125, 1927, S. 251; Bd. 127, 1928, S. 230. — 13. Cushny. Руководство по фармакологии. Русск. пер. 1930. — 14. Kugel. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 142, 1929, S. 166. — 15. Линдберг. Материалы к V Всесоюз. съезду физиологов, 1934. — 16. Meyer u. Gottlieb. Die exp. Pharmakol. 1933. — 17. Molitor u. Pick. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1924, Bd. 101, S. 169; Bd. 107, 1925, S. 180; Bd. 112, 1926, S. 113 u. Bd. 115, S. 318. — 18. Меркулов. Бюлл. ВИЭМ, в. 8—9, 1934. — 19. Pick. E. P. Ueber Schlaf u. Schlafmittel. Sonderbeilage der Wien, klin. Woch. H. 23; Wien. klin. Woch. № 19, 1927, S. 634; Zeitsch. f. Nervenheilkunde Bd. 106, 1928, S. 238. — 20. Савич. Отделение кишечного сока. Дисс., 1904; Каломель как возбудитель отделения кишечного сока. Сборн. им. Нечаева, 1922. Zeitsch. f. d. g. exp. Med. 1926, Bd. XLVIII, H. 6. Водный обмен и снотворные. Физиол. журн. СССР, т. XVII, № 3, 1934; Бюлл. ВИЭМ, в. 8—9, 1934. — 21. Савич и Сошественский. Русск. физиол. журн. 1921, стр. 43. — 22. Schloßmann. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. B. 173, H. 2—3, 1933, S. 129. — 23. Warburg. Pflügers Arch. 155, 547, 1914. — 24. Weese. Dtsch. Med. Woch. 1932, S. 696. — 25. Winterstein. Die Narkose. — 26. Fromherz Arch. f. exp. Path. u. Pharm.

NARCOTICA UND SEKRETORISCHE FUNKTION DES DARMES.

1. Mitteilung. Zentrale Regulation der Darmsekretion

Von L. G. Merkulow

Aus der Abteilung für Experimentelle Pharmakologie des Instituts für Experimentelle Medizin, Leningrad (Vorstand — Prof. W. W. Ssawitsch)

1. Die Narcotica — das Luminal, Medinal, Uretan, Hedonal, Chloreton, Paraldehyd, Sulphonale — hemmen die Sekretion des Darmsaftes. Unter der Wirkung der Schlafmittel wird die sekretorische Wirkung des Kalomels stark gehemmt, die Sekretion des Saftes beim mechanischen Reiz wird aber herabgesetzt.

2. Die Gruppe des Veronals (Medinal, Luminal) übt eine starke und lange dauernde hemmende Wirkung auf die sekretorische Funktion der Darmdrüsen aus, wenn sie in Dosen genommen wird, die keine merklichen Veränderungen im allgemeinen Benehmen des Tieres hervorrufen.

3. Das in kleinen Dosen gebrauchte Luminal und Medinal verstärken auch später die Sekretion des Darmsaftes. Bei wiederholten Einführungen wird eine kumulative Wirkung nachgewiesen, welche sich durch die Hemmung der Sekretion auszeichnet.

4. Das Medinal und das Luminal hemmen vor allem und besonders stark die wasserausscheidende Funktion des Darmes, um später bei der Kumulation auch die Produktion der Fermente (Amylase, Erepsin) herabzusetzen.

5. Nach der Wirkung auf die Darmsekretion passen die Schlafmittel nicht in den Rahmen des Pick'schen Schemas. Das Paraldehyd — ein Cortex-Narcoticum — übt eine ebenso starke hemmende Wirkung auf die Sekretion des Darmsaftes aus, wie das Luminal — ein Hirnstammnarcoticum.

6. Die Aufhaltung der Sekretion des Darmsaftes unter der Wirkung kleiner Dosen von Schlafmitteln weist auf die Rolle des Zentralnervensystems hin, welches den funktionellen Zustand des Drüsengewebes reguliert.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЛКИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Сообщение 1. Белковый состав скелетных мышц у кур и диких голубей

А. Л. Ярославцев

Из кафедры биологической химии В.-М. Академии РККА им. С. М. Кирова (нач. кафедры — проф. М. Я. Галвяло)

На различие белков, составляющих мышечную плазму, первый указал Kühne (1), положивший в основу их разделения различное отношение к температуре свертывания. В конце прошлого столетия известный физиолого-химик А. Данилевский (2), воспользовавшись различным отношением белков к таким растворителям, как вода, растворы средних солей (NH_4Cl , NaCl) слабые растворы щелочей, выделил из мышечной ткани три группы белков: альбумин, миозин и миостромин. Работами А. Данилевского и его учеников было установлено различие их физико-химических свойств, а также высказаны предположения о их роли для функции мышц. В более поздних работах М. Ильина (3), Я. Гесснера (4) и др. находим подтверждение данных А. Данилевского о белковом составе мышечной ткани.

В своей диссертации М. Ильин указывает, что в миозине, являющемся сложным белком, состоящим из глобулинового и нуклеинового компонентов, преобладает глобулиновая часть, а в миостромине, состоящем из тех же компонентов, наиболее выражена нуклеиновая его часть. Гесснер показал различие миозина и миостромии не только в отношении их элементарного состава, но также и аминокислотного. По Гесснеру, в миозине больше аргинина, в то время как миостромин богаче миозина по содержанию гистидина и лизина. Ильин применил для извлечения из мышечной ткани миозина 0,25% раств. CH_3COOH , а для извлечения миостромии 0,25% раствор NaOH . Этой методикой пользовались все последующие исследователи школы Данилевского.

Fürth (5) признавал в мышечной плазме наличие двух белков — миозина и миогена. Оба эти белка, как увидим ниже, соответствуют миозину Данилевского.

Успехи физической и коллоидной химии послужили основанием как для изменения методов выделения белков мышечной ткани, так и для установления их физико-химических констант. Уже в 1925 г. коллоидно-химические исследования [Weber (6)] показали, что в мышечной плазме имеется всего один гидрофильный белок с изоэлектрической точкой при $\text{pH} = 6,3$. За этим белком Weber оставил название миогена. В остатках же мышечной ткани после выжимания мышечной плазмы (в строме) он нашел гидрофобный белок с изоэлектрической точкой при $\text{pH} 5,1$, названный им миозином.

В 1930 г. Владимиров (7), пользуясь методикой извлечения белков уксусной кислотой и слабыми растворами щелочей, выделил из сердечной мышцы миозин и миостромин (автор придерживается терминологии Данилевского) и подверг их коллоидно-химическому исследованию. Миозин проявил ярко выраженную лиофильность и его изоэлектрическая точка лежала в зоне от $\text{pH} 6,0$ до $6,3$. Выделенный же путем экстрагирования 0,25% раствором щелочи миостромин был лиофобен, и его изоэлектрическая точка лежала в зоне от $\text{pH} 5,0$ до $5,5$. Как не трудно заметить из сопоставления указанных физико-химических характеристик для мышечных белков, миозин Weber и миостромин Владимирова идентичны по своим физико-химическим свойствам; то же относится и к миогену Weber и миозину Владимирова.

Галвяло и Крейнс (8) подвергли проверке метод разделения мышечных белков, т. е. приемлемость последовательного извлечения миозина уксусной кислотой и миостромии щелочью. Пользуясь в своем эксперименте буферными растворами с различной концентрацией водородных ионов и параллельно слабыми растворами уксусной кислоты и щелочи, они получали белковые фракции, тождественные по содержанию железа, фосфора, серы и азота.

Таким образом несмотря на кажущуюся грубость применения для извлечения белков слабых растворов кислот, и особенно щелочей, этим путем все же достигается полное разделение и извлечение из мышц химически почти однородных белков.

Количественное содержание миозина и миостромина в различных мышцах представляет большой интерес. Рядом исследователей школы А. Данилевского (Кураев, Селиховский, Ильин) было произведено изучение содержания миозина и миостромина в различных мышцах у различных животных. При этом ими были установлены следующие закономерности: наиболее богаты миостромином мышцы много работающие и быстро сокращающиеся. Отмечалась также связь количества миостромина с возрастом. Так как свое заключение А. Данилевский и его сотрудники основывали на результатах, полученных при извлечении миозина растворами солей, то естественно возникает сомнение, не имело ли здесь место неполное извлечение миозина солями и тем самым получение больших количеств миостромина. Это сомнение тем более законное, что из работы Saxl (9) можно убедиться в том, что в зависимости от некоторых условий, в частности от хода посмертного окоченения, миозин может извлекаться растворами солей не полностью.

Чтобы проверить основные заключения школы Данилевского о влиянии функциональной деятельности мышц на содержание миостромина, а также выяснить соотношение указанных выше белков у птиц, нами было произведено настоящее исследование.

Мы подвергли количественному исследованию — на содержание различных фракций белков — две различные мышцы у двух различных животных с таким расчетом, чтобы одноименные мышцы резко отличались у них по своей мышечной нагрузке. Кроме того, для характеристики мышечных белков мы пополнили наши исследования определением содержания железа и фосфора.

Методика

Для получения миозина и миостромина мы пользовались скелетными мышцами *guralis* и *pectoralis* свежезарезанных кур (*Gallus*) и диких голубей (*Columbia livia*). Количество белка определялось по азоту сжиганием по Kjeldahl. Предназначенные для анализа мышцы тщательно, насколько возможно, очищались от жира, апоневроза, сухожилий, сосудов и нервов. Очищенные таким образом мышцы подвергались измельчению при помощи скальпеля и ножниц на эбонитовой пластинке. Отсюда брались небольшие порции от 0,5 до 1,0 г для определения плотных веществ и валового азота.

Отдельные навески от 2 до 4 г измельченных мышц *guralis* или *pectoralis* помещались в эрленмейровские колбочки емкостью в 300 см³. В каждую колбочку приливалось по 100 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбочек при помощи стеклянной палочки хорошо размешивалось и оставлялось стоять 24 часа на холоду (при 0°).

Для предупреждения загнивания в каждую колбочку прибавлялось по кристаллику тимола. По истечении указанного времени окрашенная жидкость, содержащая кровь, экстрактивные вещества и белки альбуминового характера, сливалась через фильтр декантацией в эрленмейровскую колбочку, предназначенную для собирания этой водной фракции. После сливания жидкости добавлялась новая порция дистиллированной воды и при тех же условиях как и в первом случае оставлялась стоять 24 часа при помешивании за это время 5—6 раз.

Это водное экстрагирование повторялось до тех пор, пока полученный фильтрат не становился совершенно бесцветным и не давал ни одной реакции на белок. Обычно при указанных навесках мышц (2—4 г) было вполне достаточно 400—500 см³ дистиллированной воды для полного отделения этой водной фракции. 50—100 см³ водного фильтрата бралось для определения азота по Kjeldahl в установке для полумикрометода. Из каждого извлечения брались по две пробы на анализ. В таблицах приведены средние из двух определений.

Количество полученного азота этой водной фракции отнесено за счет альбуминов и экстрактивных веществ.

Оставшаяся, после водного извлечения, мускульная масса подвергалась дальнейшей экстракции 0,25% уксусной кислотой. Раствор декантацией сливался на тот же самый фильтр, а фильтрат собирался в колбу, приготовленную для этой второй фракции. Как и в первом случае, экстрагирование продолжалось до тех пор, пока полученный фильтрат не давал ни одной реакции на белок. Определение азота производилось, как указано выше. Общее количество потребного раствора CH_3COOH равнялось 300—400 см³. Азот этого извлечения внесен в таблицы как азот миозина.

После этого остаток мускульной массы экстрагировался 0,1% раствором NaOH. Фильтрат декантацией через тот же самый фильтр собирался в колбу.

Дальнейший анализ проводился как и в случае извлечения альбуминов и миозинов. Экстрагирование в этом случае продолжалось до тех пор, пока в фильтрате последнего извлечения нельзя было обнаружить и следов белка. Азот этого извлечения внесен в таблицы как азот миостромина.

Оставшаяся мускульная масса после всех извлечений переводилась на фильтр, промывалась 50 см³ 0,1% раствора NaOH, и промывные воды присоединялись к общей массе щелочного фильтрата. Наконец, фильтр с находящимися на нем остатками, состоящими из соединительной ткани, сжигался для определения азота. Этот азот внесен в таблицы как азот остатка.

Данные анализов и обсуждение результатов

(Результаты анализов приведены в табл. 1—4)

Переходя к обсуждению полученных данных, прежде всего попытаемся выяснить пригодность метода, примененного для разделения указанных белковых фракций. В выборе метода разделения белков из мышечной ткани мы предпочли слабые растворы уксусной кислоты для извлечения миозина и слабые растворы щелочи для извлечения миостромина, исходя из того, что растворами средних солей не удастся добиться полного извлечения белковых фракций. Указанные растворители, как уже упоминалось выше, были проверены исследованиями Галляло и Крейнс (8), причем было установлено, что при помощи их достигается полное разделение и извлечение химически почти однородных белков.

В нашем исследовании методика предшествующих авторов подвергалась некоторым изменениям. Так, для извлечения миостромина новой фракции мы нашли достаточными более слабые растворы NaOH (0,1%), а осаждение белков излишним.

ТАБЛИЦА 1

Количественное распределение азота по белковым фракциям в мышцах бедра курицы

(Отношение азота в процентах к плотному веществу и к валовому азоту)

Плотные вещества (среднее из двух определений) . . . 22,49%

Валовой азот в мышцах бедра на плотные вещества
(среднее из трех определений) 14,88%

№ по порядку	Фракции мышечных белков	Анализ навески — 4,9360 г		Анализ навески — 4,4225 г		Анализ навески — 3,7850 г	
		азот к плот- ному ве- ществу	азот к ва- ловому азоту	азот к плот- ному ве- ществу	азот к ва- ловому азоту	азот к плот- ному ве- ществу	азот к ва- ловому азоту
1	Альбумин + экстрактивн. вещества	2,83	19,18	2,78	18,67	2,43	16,37
2	Миозин	8,57	57,59	8,62	57,88	8,96	60,24
3	Миостромин	1,89	12,73	1,85	12,43	1,99	13,37
4	Остаток	1,50	10,08	1,42	9,61	1,48	9,94
	Сумма	14,79	99,58	14,67	98,59	14,86	99,92

ТАБЛИЦА 2

Количественное распределение азота по белковым фракциям в мышцах бедра голубя (в процентах)

Плотные вещества (среднее из трех определений) . . . 23,63%
Валовой азот (среднее из трех определений) 14,98%

№ по пор.	Фракции мышечных белков	Анализ навески — 2,230 г		Анализ навески — 2,320 г	
		азот к плотному веществу	азот к валовому азоту	азот к плотному веществу	азот к валовому азоту
1	Альбумин + экстрактивн. вещества	2,15	14,38	2,27	15,15
2	Миозин	7,72	51,57	7,78	51,93
3	Миостромин	2,92	19,49	3,07	20,50
4	Остаток	1,75	11,68	1,77	11,86
	Сумма	14,54	98,12	14,89	99,44

ТАБЛИЦА 3

Количественное распределение азота по белковым фракциям в мышцах груди курицы

Плотные вещества (среднее из трех определений) . . . 25,45%
Валовой азот (среднее из двух определений) 14,43%

№ по пор.	Фракции мышечных белков	Анализ навески—5,2360 г		Анализ навески—5,2790 г	
		азот к плотному веществу	азот к валовому азоту	азот к плотному веществу	азот к валовому азоту
1	Альбумин + экстрактивн. вещества	3,16	21,89	3,39	23,49
2	Миозин	7,14	49,52	7,11	49,27
3	Миостромин	1,73	11,98	1,62	11,22
4	Остаток	2,20	15,24	2,27	15,73
	Сумма	14,23	98,63	14,39	99,71

Как видно из табл. 1—4, сумма азота всех фракций весьма незначительно отличается от валового азота мышечной ткани. Максимум отклонения составляет 1,88% по отношению к валовому азоту. Это служило хорошим контролем при всех проводимых анализах. Приведенные в табл. 1—4 данные для каждой белковой фракции, полученной из различных навесок одной и той же мышцы, дают в различных анализах близкие цифры.

Незначительность колебаний количества азота в одноименных белковых фракциях, полученных из одной и той же мышцы, указывает на удовлетворительность примененного метода для разделения белков мышечной ткани. Конечно, под влиянием этих растворителей, особенно щелочи, белок денатурируется, но для целей нашего исследования эта денатурация значения не имела.

Обратимся теперь к количественным соотношениям миозина и миостромина в грудных мышцах и мышцах бедра у курицы и у голубя. Из табл. 1—4 видим, что миозина, как в мышцах курицы, так и в мышцах дикого голубя, обнаруживается в несколько раз больше, чем миостромина. Общая сумма азота миозина и миостромина к валовому азоту в мышцах бедра курицы составляет от 70,31 до 73,61%, в мышцах бедра голубя от 71,03 до 72,43%, в грудных мышцах сумма азота этих же белков у курицы составляет 60,49—61,50%, а у голубя 67,12—68,10%.

ТАБЛИЦА 4

Количественное распределение азота по белковым фракциям в мышцах груди голубя (в процентах)

Плотные вещества (среднее из двух определений) . . . 25,39%

Валовой азот (среднее из трех определений) 13,92%

№ по пор.	Фракции мышечных белков	Анализ навески — 3,070 г		Анализ навески — 3,860 г	
		Азот к плотн. веществу	Азот к валовому азоту	Азот к плотн. веществу	Азот к валовому азоту
1	Альбумин + экстрактивн. вещества	2,34	16,81	2,36	16,98
2	Миозин	6,48	46,55	6,19	44,46
3	Миостромин	3,00	21,55	3,16	22,66
4	Остаток	2,05	14,72	2,00	14,37
	Сумма	13,87	99,63	13,71	98,47

Разница в валовом содержании специфических белков мышц между грудными мышцами и мышцами бедра как у курицы, так и у голубя обусловлена большим количеством различных видов белков соединительной ткани (в табл. 1—4 обозначено „остаток“).

Количества же азота альбуминов и экстрактивных веществ разнятся незначительно.

Чтобы нагляднее видеть разницу в соотношении миозина и миостромина одноименных мышц курицы и дикого голубя полученные средние данные всех анализов сведены в табл. 5.

Здесь же приведены данные о соотношении этих же белков в мышцах человека, взятые из работы Владимирова.

ТАБЛИЦА 5

Сравнительные данные среднего содержания азота миозина и миостромина в процентах к валовому азоту мышц

№ по пор.	Фракции мышечных белков	Курица		Голубь		Человек	
		мышцы бедра	мышцы груди	мышцы бедра	мышцы груди	подвзд.-поясничн. мышца	мышцы диафрагмы
1	Миостромин	12,84	11,60	19,99	22,10	16,22	27,37
2	Миозин	58,57	49,39	51,75	45,5	35,66	31,45

Из данных, приведенных в табл. 5, с достаточной очевидностью обнаруживается количественное различие в содержании миозина и миостромина в одноименных мышцах голубя и курицы.

В мышцах голубя миозина меньше, чем в мышцах курицы, а миостромина больше. При этом в грудных мышцах голубя содержится миозина на 3,89%, а в мышцах бедра на 6,82% меньше чем у курицы. Миостромина же больше в одноименных мышцах голубя — в мышцах бедра на 7,15%, а в грудных мышцах на 10,50%.

Если приведенные в табл. 5 цифры миозина и миостромина рассмотреть под углом зрения функциональной нагрузки изучаемых мышц, то получается следующая зависимость: грудная мышца у кур имеет значительно меньшую рабочую нагрузку, чем мышцы бедра — соответственно этому, как видно из табл. 5, грудная мышца содержит меньшее количество миостромина, чем мышцы бедра. Еще резче выражена разница в содержании миозина.

У дикого голубя, как летающей птицы, рабочая нагрузка, наоборот, значительно больше у грудных мышц. В этих мышцах оказывается и большее количество миостромина, чем в мышцах бедра. Хотя указанное различие в содержании миостромина, в смысле наличия более значительных его количеств в мышцах с большей рабочей нагрузкой, и невелико (1,34%; 2,11%), все же нельзя не отметить следующей тенденции: чем больше мышца работает, чем больше она тренирована, тем относительно больше в ней содержится миостромина. Любопытно и то, что в грудных мышцах у голубя оказывается больше миостромина, чем в мышцах бедра, в то время как у кур наблюдается обратная картина. Бесспорно, эта разница не настолько велика, чтобы служить твердым обоснованием для заключения о влиянии функции на содержание миостромина, но в связи с более резким различием в содержании миостромина в разных мышцах у человека (табл. 5) нельзя пройти мимо этой зависимости и в наших опытах.

А. Данилевский и его ученики выдвигали взгляд на миостромин как на белок, от которого преимущественно зависит сократительная способность мышц. Рядом проведенных исследований им удалось установить полную зависимость количественных соотношений миозина и миостромина от функций мышц. При этом в мышцах более деятельных и способных к быстрому сокращению А. Данилевский (10), Кураев (11), Селиховский (12) и Ильин (13) обнаруживали всегда не только относительно, но и абсолютное превалирование миостромина над миозином.

Сопоставляя полученные данные о количественном соотношении миозина и миостромина в зависимости от функций мышц в нашем эксперименте с данными вышеуказанных авторов, мы не могли обнаружить абсолютного превалирования миостромина над миозином. Во всех анализах мы получали большее количество миозина независимо от функции мышц.

Не ставя в настоящей работе задачи выяснения роли специфических белков для двигательной функции мышц, мы все же склонны считать выдвинутую авторами теорию мало вероятной не только потому, что в мышцах мы обнаружили больше миозина, но и учитывая физико-химические свойства миостромина.

Трудно допустить, что основным для функциональной деятельности мышц являлся исключительно миостромин — белок с явно выраженными гидрофобными свойствами и составляющий всего несколько больше $\frac{1}{10}$ общего количества белков у курицы и $\frac{1}{8}$ у дикого голубя.

Что же касается данных о количестве миостромина, обнаруженного в анализах вышеприведенных авторов (Данилевский, Селиховский, Ильин), мы считаем эти данные преувеличенными; с нашей

точки зрения примененный ими метод разделения мышечных белков является неудовлетворительным, дающим неполное извлечение миозина.

Содержание фосфора и железа в миозине и миостромине

При определении фосфора мы в основном следовали методу Fiske-Subarow'a (13), а для определения железа воспользовались колориметрическим методом, применив метод сжигания по Кеннеди. Данные, приведенные в табл. 6, являются средними из большого количества определений.

ТАБЛИЦА 6

Количество фосфора и железа в миозиновой и миостроминной белковой фракции казоту этих белков

Фракции мышечных белков	Железо	Фосфор
Миозин	0,0007	0,0200
Миостромин	0,0020	0,0980

Как видно из табл. 6, миозин и миостромин отличаются по содержанию как Fe, так и P. Миостромин почти в три раза богаче железом и больше чем в четыре раза богаче фосфором, чем миозин. Полученные нами данные показывают такую же большую разницу в содержании Fe и P у указанных белков, как и ранее изученные миозин и миостромин из мышц других животных (Галвяло и Крейнес).

Выводы

Исследование белкового состава мышц дикого голубя и курицы показало, что независимо от функции мышц превалирует количество миомина. В содержании миостроминна имеется значительная разница.

В мышцах голубя содержание миостроминна составляет 20—22%, а в мышцах курицы 11,6—12,9%. Одноименные мышцы разных видов, даже одного систематического ряда животных, очень сильно отличаются по содержанию миостроминна. При этом у одной и той же птицы мышцы с большей рабочей нагрузкой немного богаче миостроминном, чем мышцы с меньшей нагрузкой.

Поступило в редакцию
17 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kühne. Цитирован из работы проф. М. Д. Ильина (см. 3). — 2. А. Данилевский. Физиол. сб. т. I, Харьков, 1886. — 3. М. И. Ильин. Организованные белки мышечного волокна. Дисс. СПб. 1900. — 4. Я. Гесснер. Распределение азота в миозине и миостромине. Дисс., 1916. — 5. Fürth. Arch. für experiment. Patholog. und Pharmak. B. 36, 1895. — 6. H. Weber. Biochem. Zeitschrift, B. 158, 443, 473, 1925. — 7. Владимирова. Biochem. Zeitschrift, B. 222, 123, 1930. — 8. Галвяло и Крейнес. Biochem. Zeitschrift, B. 222, 123, 1930. — 9. Saxl. Hofmeisters Beitr. z. chem. Physiolog. u. Patholog. 9, 1, 1907. — 10. А. Данилевский. Физиол. сб. т. II. Харьков 1891. — 11. Д. Кураев. О белковом состоянии мышц покойных и деятельных. Дисс. СПб. 1896. — 12. Н. Селиховский. Физиол. сб., т. I, Харьков, 1888. — 13. Fiske-Subarow. Praktik. der Physiolog. Chem. von Peter Rona, 2 Teil, Berlin, 1929, S. 257.

SPEZIFISCHE EIWEISSSTOFFE DES MUSKELGEWEBES.

1. Mitteilung. Eiweißzusammensetzung der Skelettmuskeln bei Hühnern und wilden Tauben

Von A. L. Jaroslawzew

Aus der Biochemischen Abteilung der S. M. Kirow'schen Militär-Medizinischen Akademie der Roten Armee (Vorstand der Abteilung — Prof. M. J. Gálwjaló.)

Die Untersuchung der Eiweißzusammensetzung der Muskeln der wilden Taube und des Huhnes hat gezeigt, daß, unabhängig von der Funktion der Muskeln, die Menge des Myosins prävaliert.

In den Muskeln der Taube beträgt der Gehalt an Myostromin 20 — 22%, in den Muskeln des Huhnes aber — 11,6 — 12,9%. Die gleichnamigen Muskeln verschiedener Arten, selbst einer systematischen Tierreihe, unterscheiden sich sehr stark nach dem Gehalt an Myostromin.

Dabei sind bei einem und demselben Vogel die Muskeln mit einer grösseren Belastung ein wenig reicher an Myostromin, als die Muskeln mit geringerer Belastung.

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ СОЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОРГАНИЗМЕ В МИНИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

Сообщение 1. К вопросу о влиянии солей марганца, кобальта, цинка и алюминия на организм птиц

Ф. Я. Беренштейн, М. К. Тищенко и Н. М. Шкляр

Из биохимической лаборатории и отдела кормления Украинского научно-исследовательского института птицеводства (Каменец-Подольск)

За последние годы в литературе все чаще и чаще встречаются указания, что животный организм нуждается в солях таких металлов, на которые физиологи раньше не обращали внимания, как то: в солях алюминия, марганца, цинка, меди и некоторых других.

Так Waddel, Elvehjem, Steenbock a. Hart (4) установили, что при кормлении молодых крыс исключительно молоком у них развивается анемия. Эта анемия не поддается лечению солями железа, а может быть вылечена при комбинированной даче крысам солей железа и меди. При исключительно молочной диете бывает достаточным добавление к корму крыс 0,005 мг меди и 0,5 мг железа для того, чтобы предохранить их от анемии. Аналогичные результаты были получены Elvehjem a. Hart и на цыплятах.

Titus, Cave a. Hughes (3) в опытах на крысах констатировали, что соли марганца оказывают такое же благоприятное действие на кроветворение, как и соли меди. Совместное действие солей марганца и меди оказывает более благоприятный эффект на содержание гемоглобина в крови, чем каждая соль в отдельности. Далее Goerner (4), Lewine a. Sohm (5), Richet, Gardner a. Goodbody (6) и Titus a. Cave (7) отметили положительное влияние солей марганца на образование гемоглобина и на рост крыс, собак и кроликов. Согласно Mc Carraon (8) при нахождении марганца в корме в концентрации 1:617 000 он оказывает благоприятное действие на рост крыс, при наличии же марганца в корме в количестве 1:12 600 указанный металл оказывает вредное действие на экспериментальных животных. Skinner, Peterson a. Steenbock (9) объясняют ускорение роста крыс при добавлении марганца главным образом большим поеданием корма. Эти же авторы отмечают, что марганец не оказывает никакого влияния на образование гемоглобина у анемичных крыс. Bertrand et Benzon (10) кормили мышей кормом, не содержащим цинка и витаминов, причем мыши очень быстро погибали; добавление же к основному корму мышей 25 мг. цинка pro kilo сухого корма увеличивало продолжительность жизни опытных животных на 25—50%. Аналогичным образом добавление к корму железистых солей [Bertrand et Nakamura (11)] оказывало на экспериментальных животных значительно менее благоприятный эффект, чем добавление солей цинка. Mc Hargue (2), добавляя к основному корму крыс цинк, медь и марганец, пришел к заключению, что указанные соли оказывают стимулирующее действие на рост животных, причем максимальный эффект оказывает добавление или всех трех солей одновременно, или же отдельно соли марганца. Соли меди и цинка в отдельности оказывают менее благоприятное действие.

Bertrand et Vladesco (13), на основании своих исследований над содержанием цинка в половых железах млекопитающих и семенниках сельдей, пришли к заключению, что соли цинка играют значительную роль в процессе размножения животных.

Créteil (14) обнаружил значительное количество цинка в злокачественных новообразованиях, на основании чего высказал предположение, что соли цинка играют значительную роль в качестве стимуляторов процессов роста. Osborne u. Mendel (15) констатировали, что при добавлении к корму крыс солей алюминия животные росли быстрее, чем те, которые алюминия не получали.

Согласно Beard, Meyers и Schipley (16) кобальт и никель оказывают благоприятное действие на процесс кроветворения у животных, получивших в качестве корма молоко с добавлением солей железа.

Итак, литературный материал показывает, что соли меди, марганца, цинка, алюминия, кобальта и никеля оказывают благоприятное действие на организм животных. Целью нашей работы было изучение вопроса о влиянии солей марганца, кобальта, цинка и алюминия на увеличение веса птиц при откорме, на коэффициент использования птицей корма, под которым принимается количество крахмальных эквивалентов, необходимых для увеличения веса птицы на 100 г, а также на картину крови у птиц.

Опыты с изучением влияния указанных выше солей на организм птиц были поставлены нами в двух модификациях: одной части птиц соли указанных металлов добавлялись к корму ежедневно в количестве 0,5 или 1,0 мг на 1 особь (из расчета на чистый металл); другая часть птиц получала указанные соли в виде подкожных инъекций 1 раз в пятидневку в дозе 1—2 мг на особь (из расчета на чистый металл). Марганец и цинк давались птице в виде сернокислых солей, кобальт — в виде азотнокислого кобальта, алюминий — в виде алюминиевых квасцов.

Птицы были распределены на 13 групп, из которых 2 были контрольные и 13 опытных. В каждой группе находилось по 4 курицы: вес кур колебался в пределах от 1 до 1 кг 250 г. В течение всего опыта птицы получали корм, состоящий из молотых ячменя, кукурузы и проса, ржаной муки, пшеничных отрубей, картофеля и мясной муки. Указанные корма давались птице в следующей пропорции: ячменя — 10 частей, кукурузы — 30 частей, проса — 15 частей, ржаной муки — 10 частей. Корм давался птице *ad libitum*, причем ежедневно производился учет корма, поедаемого каждой птицей в отдельности. Каждую пятидневку птица взвешивалась для учета увеличения ее в весе. Продолжительность опыта по откорму 20 дней. Кроме указанных 20 дней, 10 дней было отведено на подготовительный период, в течение которого все птицы получали указанный корм в минимальном количестве, вследствие чего вес птиц во время подготовительного периода не изменялся.

Теперь переходим к изложению полученных нами результатов.

В табл. 1 мы приводим средние данные по каждой группе кур, касающиеся увеличения веса как опытных, так и контрольных птиц за весь период откорма. Эти данные являются результатом пересчета чисел, полученных нами при индивидуальном учете привеса каждой подопытной птицы.

Рассматривая материал, приведенный в табл. 1, мы можем сделать следующие заключения.

1) Добавление сернокислого цинка к корму в дозе 0,5—1 мг (из расчета на чистый цинк) на 1 особь понижает степень откорма птиц по сравнению с контрольными; подкожные же инъекции сернокислого цинка в дозе 2 мг на 1 особь в пятидневку почти не оказывали в наших опытах никакого влияния на способность кур к откорму.

2) Подкожные инъекции птицам алюминиевых квасцов в дозе соответствующей 2 мг чистого алюминия, 1 раз в пятидневку, угнетали откорм птиц; дозы же, вдвое меньшие, в наших опытах почти не оказывали никакого влияния на способность птиц к откорму.

3) Подкожные введения курам хлористого марганца один раз в пятидневку в количестве, соответствующем 1 мг металлического марганца, не оказывали заметного влияния на способность птиц к откорму. Дозы же вдвое большие в начале опыта (в первую пятидневку) стимулировали откорм. В дальнейшем же наблюдался меньший прирост веса у опытных птиц, чем у контрольных, в результате чего куры, получавшие инъекции 2 мг марганца в пятидневку, дали за весь опыт меньший прирост веса, чем контрольные.

4) Добавление к корму кур марганца в дозе 0,5—1,0 мг в день в течение первой пятидневки не оказывало заметного влияния на при-

рост веса птицы; в дальнейшем марганец оказывал угнетающее действие на способность птиц к откорму.

5) Инъекция кобальта курам в дозе 1 мг в каждую пятидневку незначительно стимулировала откорм птиц; при подкожном же введении в каждую пятидневку 2 мг кобальта наблюдалось уменьшение степени откорма птиц.

ТАБЛИЦА 1

Г р у п п а	Особенности опыта	Начальный вес курицы	Привес в граммах на 1 особь по пятидневкам				Привес в процентах к первоначальному весу по пятидневкам				Привес в г на 1 особь за опыт	Привес в процентах к первоначальному весу за опыт
			I	II	III	IV	I	II	III	IV		
1	Контроль	1 086,8	148,1	120,7	19,5	35,3	13,6	11,1	1,8	3,2	323,7	29,7
2	Контроль	1 092,4	168,4	68,8	63,5	38,9	15,4	6,2	5,8	3,5	339,6	30,9
3	Инъекция 1 мг марганца в пятидневку	1 182,2	173,8	132,7	47,5	—18,5	14,7	11,2	4,0	—1,5	335,5	28,4
4	Инъекция 2 мг марганца в пятидневку	1 222,0	203,0	110,7	—1,5	16,5	16,6	9,0	—0,1	1,3	329,2	26,8
5	Куры получали в корм 0,5 мг марганца ежедневно	1 054,5	171,5	66,7	6,2	38,5	16,3	6,3	0,5	3,6	282,5	26,7
6	Куры получали в корм 1 мг марганца ежедневно	1 115,7	199,7	86,0	—17,7	—26,5	17,8	7,7	—1,6	—2,3	241,5	21,6
7	Инъекция 1 мг кобальта в пятидневку	1 121,0	171,0	150,2	45,7	3,3	15,3	13,4	4,1	0,3	370,0	32,8
8	Инъекция 2 мг кобальта в пятидневку	1 124,7	137,7	93,0	17,7	41,0	12,2	8,2	1,6	3,6	289,5	25,6
9	Куры получали в корм 0,5 мг кобальта ежедневно	1 060,5	159,7	100,7	28,5	—15,2	15,1	9,5	2,7	1,4	273,7	25,9
10	Куры получали корма 1 мг кобальта ежедневно	1 025,5	172,7	45,7	—19,5	—34,7	16,8	4,4	—1,9	—3,4	164,2	15,8
11	Инъекция 1 мг алюмин. в пятидневку	1 192,2	173,2	91,5	43,2	43,0	14,4	7,7	3,6	3,6	350,9	29,3
12	Инъекция 2 мг алюмин. в пятидневку	1 261,2	127,5	50,7	11,5	32,5	10,1	4,0	0,9	2,6	222,4	17,6
13	Инъекция 2 мг цинка в пятидн.	1 094,5	119,0	76,0	60,3	53,0	10,9	6,9	5,5	4,8	308,3	28,1
14	Куры получают в корм 0,5 мг цинка ежедневно	1 192,0	112,5	53,7	32,0	34,5	9,4	4,5	2,7	2,9	232,7	19,5
15	Куры получали в корм 1 мг цинка ежедневно	1 215,0	128,2	59,5	47,3	12,7	10,1	4,9	3,9	1,0	247,7	20,4

6) Ежедневное добавление к корму птиц 0,5 мг кобальта в течение первых 10 дней не оказывало заметного влияния на интенсивность откорма, во вторую декаду наблюдалось угнетение откорма. При

добавлении же к корму 1 мг кобальта в первую пятидневку наблюдалось незначительное усиление откорма, которое в дальнейшем сменялось понижением способности птиц к откорму.

Второй целью наших опытов являлось изучение вопроса о том, как влияет добавление указанных солей на степень использования корма курами.

Результаты наших исследований по данному вопросу мы приводим в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

Коэффициент использования корма, выраженный в крахмальных эквивалентах, необходимый для увеличения веса опытных птиц на 100 г

Г р у п п а	Особенности опыта	Коэффициент использо- зов. корма в первую пятидневку	Коэффициент использо- зов. корма во вто- рую пятидневку	Коэффициент использо- зов. корма в третью пятидневку	Коэффициент использо- зов. корма за чет- вертую пятидневку	Коэффициент использо- зов. корма в среднем за весь опыт
1	Контроль	200,8	240,6	370,3	368,97	276,3
2	Контроль	203,0	457,9	450,0	527,8	344,6
3	Инъекция 1 мг марганца в пятидневку	176,8	272,4	375,7	462,4	278,6
4	Инъекция 2 мг марганца в пятидневку	156,9	294,7	414,2	658,5	286,8
5	Куры получали в корм 0,5 мг марганца ежедневно	189,03	328,9	847,8	345,7	304,3
6	Куры получали в корм 1 мг марганца ежедневно	164,9	341,6	320,2	404,1	265,3
7	Инъекция 1 мг кобальта в пятидневку	196,0	230,4	331,2	274,5	248,9
8	Инъекция 2 мг кобальта в пятидневку	211,1	272,9	596,5	277,3	290,2
9	Куры получали в корм 0,5 мг кобальта ежедневно	207,3	274,0	379,5	374,3	311,7
10	Куры получали в корм 1 мг кобальта ежедневно	189,8	426,3	601,8	735,1	327,0
11	Инъекция 1 мг алюминия в пятидневку	200,3	366,5	697,4	663,2	362,7
12	Инъекция 2 мг алюминия в пятидневку	229,2	566,4	229,1	760,0	507,3
13	Инъекция 2 мг цинка в пятидневку	262,0	371,0	442,7	—	351,6
14	Куры получали в корм 0,5 мг цинка ежедневно	270,2	504,4	773,1	763,5	465,3
15	Куры получали в корм 1 мг цинка ежедневно	245,8	525,3	598,5	2000,7	442,5

Резюмируя материал, приведенный в табл. 2, мы можем сделать следующие заключения.

1) Серноокислый цинк, как при подкожной инъекции, так и при добавлении к корму, понижает способность организма птиц к использованию корма.

2) Подкожная инъекция алюминия снижает способность птиц использовать корм, причем у птиц, получивших под кожу 2 мг алюминия, способность использовать корм понижается уже с начала опыта. У птиц же, получивших 1 мг алюминия, использование корма заметно понижается лишь начиная с третьей пятидневки нахождения кур под опытом.

3) Добавление к корму птиц азотнокислого кобальта не оказывает заметного влияния на коэффициент использования корма. Подкожные же инъекции кобальта либо не оказывают никакого влияния (в дозе 2 мг в пятидневку), либо незначительно усиливают (в дозе 1 мг в пятидневку) способность кур использовать корм.

4) Хлористый марганец как при подкожной инъекции, так и при добавлении к корму, не оказывает заметного влияния на коэффициент использования корма курами при условии, если мы будем сравнивать средние результаты за весь опыт. Учитывая результаты по пятидневкам, можно констатировать увеличение использования корма опытными курами в первую пятидневку, что особенно резко проявляется на птицах, которым вводилось под кожу 2 мг марганца в пятидневку. У указанных птиц использование корма в течение первой пятидневки было приблизительно на 25% больше, чем у контрольных.

На находящихся под нашим наблюдением птицах мы также изучали вопрос о влиянии указанных выше солей на содержание в крови гемоглобина и эритроцитов, а также на резистентность последних.

Для выяснения указанных вопросов нами исследовалась кровь как контрольных птиц, так и птиц опытных для откорма и после откорма, причем кровь исследовалась за 10 дней и за 1 день до начала откорма и после 10-20-дневного откорма птиц.

Результаты наших опытов в данном направлении мы помещаем в табл. 3, 4 и 5, в которых приведены средние данные по каждой группе птиц. Мы ограничиваемся приведением только средних данных потому, что они являются полнейшим отображением результатов отдельных опытов.

ТАБЛИЦА 3
Содержание эритроцитов в крови кур

Г р у п п а	Особенности опыта	Количество эритроцитов до начала откорма (в миллионах)		Количество эритроцитов после начала откорма (в миллионах)	
		за 10 дней	за 1 день	через 10 дней	через 20 дней
1	Контроль	2,55	2,58	2,25	2,33
2	Контроль	2,49	2,44	2,30	2,28
3	Инъекция 1 мг марганца в пятидневку ..	2,42	2,47	2,49	2,41
4	Инъекция 2 мг марганца в пятидневку ..	2,84	2,69	2,84	2,37
5	Куры получали в корм 0,5 мг марганца ежедневно	2,76	2,82	2,45	2,48
6	Куры получали в корм 1 мг марганца ежедневно	2,75	2,79	2,72	2,44
7	Инъекция 1 мг кобальта в пятидневку ..	2,28	2,25	2,11	2,04
8	Инъекция 2 мг кобальта в пятидневку ..	2,68	2,74	2,71	2,34
9	Куры получали в корм 0,5 мг кобальта ежедневно	2,32	2,33	2,38	2,21
10	Куры получали в корм 1 мг кобальта ежедневно	2,35	2,66	2,57	2,11
11	Инъекция 1 мг алюминия в пятидневку ..	2,54	2,55	3,05	2,57
12	Инъекция 2 мг алюминия в пятидневку ..	2,58	2,44	2,36	2,64
13	Инъекция 2 мг цинка в пятидневку ...	2,29	2,33	2,34	2,15
14	Куры получали в корм 0,5 мг цинка ежедневно	2,84	2,76	2,61	2,65
15	Куры получали в корм 1 мг цинка ежедневно	2,65	2,79	2,43	2,71

ТАБЛИЦА 4

Содержание гемоглобина в крови кур и FJ крови

Г р у п п а	Особенности опыта	Количество гемоглобина в крови до откорма		Количество гемоглобина в крови после откорма		FJ крови до откорма		FJ крови после откорма	
		за 10 дней	за 1 день	через 10 дней	через 20 дней	за 10 дней	за 1 день	через 10 дней	через 20 дней
1	Контроль	72	70	58	60	1,44	1,38	1,29	1,30
2	Контроль	72	69	57	61	1,43	1,41	1,24	1,34
3	Инъекция 1 мг марганца в пятидневку	67	64	67	63	1,38	1,30	1,34	1,31
4	Инъекция 2 мг марганца в пятидневку	69	64	69	63	1,21	1,19	1,21	1,35
5	Куры получали в корм 0,5 мг марганца ежедневно	68	65	69	61	1,23	1,15	1,41	1,23
6	Куры получали в корм 1 мг марганца ежедневно	62	67	75	56	1,13	1,20	1,38	1,14
7	Инъекция 1 мг кобальта в пятидневку	64	62	60	61	1,40	1,38	1,42	1,49
8	Инъекция 2 мг кобальта в пятидневку	62	66	66	65	1,12	1,20	1,22	1,39
9	Куры получали в корм 0,5 мг кобальта ежедневно	64	61	63	58	1,38	1,31	1,32	1,31
10	Куры получали в корм 1 мг кобальта ежедневно	65	66	65	61	1,38	1,24	1,26	1,44
11	Инъекция 1 мг алюминия в пятидневку	70	69	54	56	1,38	1,35	0,88	1,08
12	Инъекция 2 мг алюминия в пятидневку	72	69	56	56	1,39	1,41	0,98	1,06
13	Инъекция 2 мг цинка в пятидневку	69	69	56	55	1,50	1,48	1,10	1,28
14	Куры получали в корм 0,5 мг цинка ежедневно	72	73	60	64	1,26	1,32	1,03	1,21
15	Куры получали в корм 1 мг цинка ежедневно	71	72	60	63	1,34	1,28	1,23	1,16

Подводя итоги материалу, приведенному в табл. 3—5, можно сделать следующие заключения.

1. При откорме контрольных кур наблюдается уменьшение в крови количества эритроцитов и падение их резистентности. Одновременно уменьшается количество гемоглобина в крови, а также насыщенность гемоглобином эритроцитов, о чем свидетельствует уменьшение FJ.

2. У кур, получавших во время откорма хлористый марганец, уменьшение эритроцитов в крови можно констатировать лишь на 20-й день откорма, в то время как у контрольных значительное уменьшение можно отметить уже на 10-й день откорма. Количество гемоглобина у указанных кур во время откорма не уменьшается, а FJ даже в некоторых случаях увеличивается, что свидетельствует о нарастании количества гемоглобина в отдельном эритроците. Изменения, наблюдающиеся в резистентности эритроцитов у опытных кур, аналогичны тем, которые отмечены нами для контрольных птиц.

3. У птиц, получавших при откорме азотнокислый кобальт, количество эритроцитов падает и их резистентность уменьшается, содержание же гемоглобина в большинстве случаев остается без изменения, что вызывает во многих опытах увеличение FJ крови.

4. Подкожные инъекции алюминиевых квасцов опытным птицам во время откорма, вместо уменьшения количества эритроцитов в крови, вызывают увеличение числа их, однако это увеличение сопровождается понижением содержания гемоглобина в крови. Резистентность эритроцитов остается в некоторых опытах без изменения, а в некоторых возрастает.

5. Изменения в крови птиц, получавших во время откорма сернокислый цинк, не отличаются от тех изменений, которые наблюдаются у контрольных птиц.

ТАБЛИЦА 5

Резистентность эритроцитов в процентах NaCl

Группа	Особенности опыта	До начала откорма				После начала откорма			
		за 10 дней		за 1 день		через 10 дней		через 20 дней	
		max	min	max	min	max	min	max	min
1	Контроль	0,23	0,35	0,23	0,34	0,24	0,36	0,26	0,37
2	Контроль	0,23	0,36	0,24	0,36	0,26	0,38	0,28	0,39
3	Инъекция 1 мг марганца в пятидневку					резистентность не определялась			
4	Инъекция 2 мг марганца в пятидневку					резистентность не определялась			
5	Куры получали в корм 0,5 мг марганца ежедневно . . .	0,24	0,34	0,24	0,35	0,25	0,38	0,27	0,35
6	Куры получали в корм 1 мг марганца ежедневно . . .	0,23	0,36	0,22	0,35	0,27	0,37	0,24	0,32
7	Инъекция 1 мг кобальта в пятидневку	0,24	0,33	0,22	0,33	0,24	0,36	0,26	0,35
8	Инъекция 2 мг кобальта в пятидневку	0,26	0,38	0,26	0,37	0,23	0,37	0,28	0,36
9	Куры получали в корм 0,5 мг кобальта ежедневно . . .	0,25	0,35	0,23	0,34	0,26	0,36	0,26	0,34
10	Куры получали в корм 1 мг кобальта ежедневно	0,24	0,34	0,24	0,33	0,24	0,36	0,25	0,33
11	Инъекция 1 мг алюминия в пятидневку	0,24	0,33	0,27	0,40	0,27	0,39	0,27	0,38
12	Инъекция 2 мг алюминия в пятидневку	0,25	0,40	0,27	0,41	0,27	0,39	0,27	0,39
13	Инъекция 2 мг цинка в пятидневку	0,26	0,39	0,28	0,40	0,25	0,38	0,27	0,39
14	Куры получали в корм 0,5 мг цинка ежедневно	0,24	0,38	0,26	0,42	0,26	0,38	0,27	0,39
15	Куры получали в корм 1 мг цинка ежедневно	0,24	0,38	0,27	0,41	0,28	0,39	0,28	0,39

Общие выводы

1. Подкожные введения курам азотнокислого кобальта в дозе 1 мг из расчета на чистый металл, вызывают незначительную стимуляцию откорма; при инъекциях же вдвое больших количеств указанной соли наблюдается небольшое угнетение откорма, что можно объяснить пониженным аппетитом у опытных птиц.

2. Подкожные инъекции курам сернокислого цинка в дозе 2 мг на особь на пятидневку не оказывало в наших опытах заметного действия на степень откорма птиц.

3. Введение курам под кожу алюминиевых квасцов в дозе, соответствующей 1 мг чистого алюминия 1 раз в пятидневку, не оказывало в наших опытах заметного действия на степень откорма птиц.

При инъекции же вдвое больших доз интенсивность откорма снижается, что является следствием пониженного использования корма опытными птицами по сравнению с контрольными.

4. Хлористый марганец при подкожной инъекции вызывает незначительное угнетение откорма птиц, что следует, повидимому, объяснить понижением у них аппетита, так как коэффициент использования корма у опытных кур заметно не отличается от контрольных.

5. Добавление к корму кур сернокислого цинка, хлористого марганца и азотнокислого кобальта угнетает способность кур к откорму, причем первые 2 соли снижают степень использования корма, азотнокислый же кобальт не оказывает заметного действия на коэффициент использования корма. Исходя из этого, можно сделать заключение, что отрицательное действие кобальта на откорм объясняется понижением аппетита у опытных птиц.

6. При откорме контрольных кур наблюдается уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина в крови. Одновременно падают также резистентность эритроцитов и насыщенность их гемоглобином. Аналогичные результаты наблюдаются также у кур, получавших сернокислый цинк.

7. Подкожные инъекции алюминия стимулируют образование эритроцитов, не оказывая заметного влияния на содержание гемоглобина в крови, в результате чего FJ крови бывает у опытных птиц меньше, чем у контрольных. Резистентность эритроцитов у опытных птиц в противоположность контрольным либо возрастает, либо остается без изменения.

8. Исходя из того, что у контрольных птиц при откорме уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина в крови значительно больше, чем у кур, получавших хлористый марганец, надо признать, что указанная соль оказывает положительный эффект на кроветворение.

9. У птиц, получавших при откорме азотнокислый кобальт, в отличие от контрольных, количество гемоглобина в крови не уменьшается. Так как одновременно число эритроцитов уменьшается, то происходит повышение FJ.

10. Хлористый марганец, сернокислый цинк и азотнокислый кобальт как при подкожной инъекции, так и при даче *per os* не оказывают заметного влияния на резистентность эритроцитов.

Поступило в редакцию

3 апреля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waddel, Elvehjem, Steenbock u. Hart. Journ. of Biol. Chemie. Vol. 77, 1928; 83, 1929. — 2. Elvehjem a. Hart. Journ. of Biol. Chem. Vol. 84, 1929. — 3. Titus, Cave a. Hughes. Journ. of Biol. Chemie. Vol. 80, 1928. — 4. Goerner. Journ. labor. a. clin. Med. Vol. 15, 1929. — 5. Lewine a. Soh. Journ. of Biol. Chemie. Vol. 59, 1924. — 6. Richet, Gardner et Goodbody. C. r. Acad. de Sc. Vol. 181, 1926. — 7. Titus a. Cave. Цит. по Lentzel, 17. — 8. Mc Carrison. Цит. по Lentzel, 17. — 9. Skinner, Peterson u. Steenbock. Biochemische Zschr., Bd. 250, 1932. — 10. Bertrand et Benzon. Cpt. rend. de l'Acad. d. Sc. Vol. 175, 1922. — 11. Bertrand & Nakamura. Там же, т. 179, 1924. — 12. Mc Hargue. Americ. Journ. Physiol. Vol. 77, 1926. — 13. Bertrand & Vladesco. Цит. по Lentzel, 17. — 14. Cristol. Цит. по Lentzel, 17. — 15. Osborne a. Mendel. Цит. по Lentzel, 17. — 16. Beard, Meyers a. Schipley. Цит. по Lentzel, 17. — 17. Lentzel. Handbuch d. Ernährung u. Stoffwechsels d. Landwirtschaftliches Nutztiere herausgeg. v. Ernst Mangold. Bd. 3, 1931.

UEBER DIE BIOLOGISCHE ROLLE DER SALZE DER ELEMENTE, DIE IM ORGANISMUS IN MINIMALEN MENGEN ENTHALTEN SIND

1. Mitteilung. Zur Frage über die Wirkung der Mangan-
salze von Kobalt, Zink, Aluminium auf den Organismus
der VögelVon *F. J. Berenstein, N. M. Schkljar* und *M. K. Tischtschenko*

Aus dem Biochemischen Laboratorium und aus der Mastabteilung des Ukrainischen Wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Vogelzucht (Stadt Kamenez-Podolsk).

1. Die subkutane Einführung Hühnern von Kobaltnitrat in einer Dosis von 1 mg. aus der Berechnung auf reines Metall ruft eine unbedeutende Stimulation der Mast hervor; bei der Injektion von doppelt so grossen Mengen des erwähnten Salzes wird eine geringe Hemmung der Mast beobachtet, was durch den verminderten Appetit der Versuchsvögel erklärt werden kann.

2. Die subkutanen Injektionen Hühnern von schwefelsaurem Zink in einer Dosis von 2 mg. pro Individuum für 5 Tage, blieben in unseren Versuchen ohne merkliche Wirkung auf den Mastgrad der Vögel.

3. Die subkutane Einführung Hühnern von Aluminiumalaun in einer Dosis, die 1 mg. von reinem Aluminium entspricht, einmal in 5 Tagen, übte keine merkliche Wirkung auf den Mastgrad der Vögel aus; bei der Injektion von doppelt so grossen Dosen wurde die Intensität der Mast geringer, was eine Folge der herabgesetzten Ausnutzung des Futters durch die Versuchsvögel im Vergleich zu den Kontrollvögeln ist.

4. Das Chlormangan ruft bei subkutaner Injektion eine unbedeutende Hemmung der Mast der Vögel hervor, was, wie es scheint, durch die Verminderung des Appetits bei denselben erklärt werden muss, da der Quotient der Ausnutzung des Futters bei den Versuchen sich von den Kontrollhühnern nicht merklich unterscheidet.

5. Der Zusatz von schwefelsaurem Zink, Chlormangan und Kobaltnitrat zum Futter der Hühner hemmt die Fähigkeit der Hühner zur Mast, wobei die ersten zwei Salze den Ausnutzungsgrad des Futters herabsetzen, während das Kobaltnitrat keine merkliche Wirkung auf den Quotient der Futterausnutzung ausübt.

Man kann daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass die negative Wirkung des Kobalts auf die Mast in der Herabsetzung des Appetits bei den Versuchsvögeln Erklärung findet.

6. Bei der Mast der Kontrollhühner wird eine Abnahme der Erythrozytenmenge und des Hämoglobins im Blute beobachtet. Gleichzeitig sinkt auch die Widerstandsfähigkeit der Erythrozyten und der Sättigungsgrad derselben mit Hämoglobin. Analoge Resultate werden auch bei den Hühnern beobachtet, die schwefelsauren Zink erhielten.

7. Die subkutanen Aluminiuminjektionen stimulieren die Erythrozytenbildung, ohne eine merkliche Wirkung auf den Hämoglobingehalt des Blutes auszuüben; als Folge dessen ist der FJ des Blutes bei den Versuchsvögeln geringer, als bei den Kontrollhühnern.

Die Widerstandsfähigkeit der Erythrozyten nimmt bei den Versuchsvögeln, im Gegensatz zu der Kontrolle, entweder zu, oder sie bleibt unverändert.

8. In Anbetracht dessen, dass bei den Kontrolltieren bei der Mast die Erythrozyten- und Hämoglobinmenge im Blute bedeutend stärker absinkt, als bei den Hühnern, die Chlormangan erhielten, muss angenommen werden, dass das erwähnte Salz auf die Blutbildung positiv einwirkt.

9. Bei den Vögeln, die bei der Mast Kobaltnitrat erhielten, nimm die Hämoglobinmenge im Blute zum Unterschied von der Kontrolle, nicht ab, was bei gleichzeitiger Abnahme der Erythrozytenmenge eine FJ-Erhöhung ergibt.

10. Das Chlormangan, schwefelsaurer Zink und Kobaltnitrat üben sowohl bei subkutaner Injektion, als auch bei der Einführung per os, keine merkliche Wirkung auf die Widerstandsfähigkeit der Erythrozyten aus.

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ СОЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОРГАНИЗМЕ В МИНИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

Сообщение 2. К вопросу о влиянии солей кобальта, цинка, марганца и алюминия на каталазу крови.

Ф. Я. Беренштейн

Из биохимической лаборатории (зав. — проф. Ф. Я. Беренштейн) Каменец-Подольского зоотехнического института

Многочисленные исследования ряда авторов [Гросман (1), Гринев (2), Аleshин (3), Blumenthal и Braham (4), Бутягин (5), Ющенко (6), Браиловский (7), Alpern и Leites (8), Battelli и Stern (9), Тур (10), Магат (11), Алексеев (12), Беренштейн (13, 14) и мн. др.] с несомненностью показывают, что изменение функции организма, вызванное либо патологическим процессом, либо экспериментально, очень часто влечет за собой нарушение активности каталазы в отдельных органах и тканях тела животного.

Среди имеющихся литературных данных нам совершенно не удалось встретить указаний о том, как изменяется активность каталазы под влиянием введения в организм солей таких металлов, как кобальт, цинк, марганец, алюминий и пр. Работы же целого ряда экспериментаторов (Titus, Cave и Hughes (15), Gornet (16), Lewine и Sohn (17), Bertrand (18, 19), Beard, Meyers и Shipley (20), Беренштейн (21) и др.) показывают, что эти соли при введении их в организм даже в минимальных количествах оказывают определенный эффект на течение физиологических процессов. Точно так же имеются указания, что при совершенном лишении организма некоторых из этих солей нормальное течение физиологических процессов нарушается.

В настоящем нашем сообщении мы приводим результаты наших опытов по изучению влияния инъекций солей кобальта, цинка, марганца и алюминия на каталазу крови.

Прежде чем приступить к изложению результатов наших исследований, коротко остановимся на методике работы.¹

Все наши опыты (свыше 80) были поставлены на 16 кроликах. Кровь у опытных животных бралась из разреза уха 4 раза в течение опыта: 1 раз до введения исследуемого вещества и 3 раза после инъекции (через 1, 2 и 3 часа). В виду того, что нами в одной из наших предыдущих работ было установлено, что активность каталазы в крови собак в течение дня довольно значительно колеблется, мы на 8 кроликах поставили также по 1 опыту, где кровь бралась в течение 4 часов с вышеуказанными промежутками и которым никаких инъекций не делали. Это было сделано нами с целью установления границ физиологических колебаний каталазы в крови кроликов.

Опыты всегда ставились в одно и то же время дня (между 9 час. утра и 1 час. дня). Определение каталазы проводилось по методу Баха и Зубковой, с тем изменением, что вместо $2 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}_2$, которые рекомендуют брать указанные авторы, нами бралось для опыта 5 см^3 перекиси водорода, так как исследования ряда авторов показали, что довольно часто $2 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}_2$ недостаточны для полного выявления активности каталазы. При определении каталазы нами было принято во внимание также указание Штерн относительно инактивирования антикаталазы, находящейся в крови.

¹ В экспериментальной части настоящей работы принимали участие Будыка и Жердер.

Переходя к изложению материала о влиянии подкожных инъекций солей на активность каталазы, мы предварительно (табл. 1) приводим данные о колебаниях каталазы в крови кроликов при условии, когда им инъекций совершенно не делали.

ТАБЛИЦА 1

Колебания каталазы в крови нормальных кроликов в промежутке между 9 час. утра и 1 час. дня

№ опыта	К а т а л а з н о е ч и с л о						
	9 час. утра	10 час.	11 час.	12 час.	2 час. дня	Среднее	Процент колеб.
26	10,6	11,4	10,4	10,1	11,3	10,7	{ — 6 + 6
27	11,4	10,8	12,5	11,4	11,9	11,6	
28	10,9	10,4	10,4	11,9	12,2	11,2	{ — 6 + 9
36	17,5	20,5	19,4	21,3	18,1	19,4	
37	18,3	17,9	20,5	21,6	19,4	19,5	{ — 8 + 10
38	19,4	19,6	20,4	17,9	18,5	19,2	
49	14,5	14,7	14,1	15,0	16,1	14,9	{ — 5 + 8
50	15,4	16,0	16,5	14,8	14,3	15,4	

Приведенный в табл. 1 материал показывает, что у кроликов при нормальных условиях в течение одного и того же дня могут наблюдаться довольно резкие колебания в активности каталазы, аналогичные тем, которые наблюдались нами и у собак. Какой-либо закономерности в указанных колебаниях установить не удалось. Исходя из того, что в один и тот же день активность каталазы у кроликов подвержена значительным колебаниям, представляет интерес привести данные относительно колебаний каталазы у одних и тех же животных в разные дни, причем промежутки между отдельными опытами были не меньше 3—4 дней. Эти данные мы приводим в табл. 2.

Материал, приведенный в табл. 2, показывает, что в крови здоровых кроликов содержание каталазы в различные дни может колебаться в пределах до 40%.

В табл. 3 мы приводим данные о влиянии сернокислого цинка на каталазу крови.

Рассматривая материал, приведенный в табл. 3, мы видим, что подкожные инъекции кроликам сернокислого цинка в дозе, соответствующей 1 мг чистого цинка, не оказывают какого-либо определенного действия на активность каталазы крови. Наблюдавшиеся в наших опытах колебания активности каталазы как в ту, так и в другую сторону не отличаются от тех колебаний, которые имеют место у кроликов в норме. При подкожных же введениях кроликам сернокислого цинка в дозе вдвое большей, чем предыдущая, наблюдается небольшое понижение содержания каталазы в крови.

В табл. 4 мы приводим данные о влиянии подкожных инъекций азотнокислого кобальта на содержание каталазы в крови.

ТАБЛИЦА 2

Колебания каталазы в крови кроликов в различные дни

№ кролика	К а т а л а з н о е ч и с л о							Процент колебаний
	1 определение	2 определение	3 определение	4 определение	5 определение	6 определение	Среднее	
1	14,9	14,6	13,2	12,5	12,8	10,5	13,1	} — 24 + 17
2	10,6	13,4	12,5	12,8	11,4	9,5	11,7	
3	10,2	13,6	13,4	10,9	11,4	—	11,3	} — 18 + 14
4	17,3	18,0	18,0	17,7	17,5	22,1	18,3	
5	19,3	17,6	21,1	18,8*	18,3	19,0	19,0	} — 9 + 20
6	15,4	17,8	18,0	15,1	19,4	18,7	17,4	
7	9,8	10,6	10,2	13,9	10,8	14,5	11,6	} — 5 + 20
8	10,5	11,4	12,9	13,9	12,5	15,4	12,8	
9	11,3	10,9	12,3	15,7	10,8	—	12,2	} — 7 + 11
10	16,1	14,0	14,2	14,4	—	—	14,7	
11	8,1	8,2	9,5	10,8	9,6	10,5	9,5	} — 11 + 11
12	7,3	7,6	9,1	9,6	7,2	—	8,2	
13	8,6	8,4	7,6	7,2	8,9	—	8,1	} — 16 + 24
14	5,7	7,9	7,2	6,2	—	—	6,8	
15	5,7	6,4	7,2	6,9	—	—	6,6	} — 17 + 20
16	5,4	6,2	5,8	—	—	—	5,8	

ТАБЛИЦА 3

Влияние инъекции сернокислого цинка на каталазу крови кроликов

№ опыта	Каталазное число				Величина введенной дозы
	норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
10	18,0	18,8	19,5	15,3	} Кроликам вводился 1 мг цинка
11	17,6	16,1	16,8	16,4	
13	18,0	20,0	17,0	19,5	
14	21,1	19,7	20,7	21,7	
15	18,0	17,3	19,3	15,8	
1	14,9	13,6	14,1	17,3	
39	22,1	17,7	16,8	18,4	} Кроликам вводились 2 мг кобальта
41	18,7	18,4	16,2	15,9	
44	15,7	14,6	12,9	14,2	
45	14,7	11,2	11,2	13,6	
57	8,7	8,4	8,7	7,6	

ТАБЛИЦА 4

Влияние азотнокислого кобальта на каталазу крови

№ опыта	Норма	Время после инъекции			Величина введенной дозы
		Каталазное число			
		1 час	2 часа	3 часа	
18	16,1	21,4	22,1	25,5	Вводилось под кожу 1 мг кобальта
19	13,4	15,6	17,0	24,4	
2	10,6	10,2	13,2	14,1	
3	10,2	11,3	14,2	13,7	
8	13,6	16,4	15,9	16,1	
9	14,6	16,6	17,0	25,4	Вводилось под кожу 2 мг кобальта
23	9,8	17,5	19,4	9,4	
24	10,5	16,2	17,5	11,2	
29	17,7	31,0	33,3	15,1	
32	18,8	25,5	30,3	20,7	
34	12,9	23,5	23,7	13,1	
35	12,3	19,5	22,9	11,0	

На основании данных, приведенных в табл. 4, можно сделать заключение, что инъекция кроликам азотнокислого кобальта влечет за собой повышение активности каталазы крови. При этом бросается в глаза довольно резкая зависимость между величиной введенной дозы и кривой повышения активности каталазы крови: при инъекции 1 мг кобальта максимальное повышение в большинстве опытов наблюдается через 3 часа после начала опыта. В опытах же, когда вводилось 2 мг кобальта, наибольшее повышение наблюдалось через 2 часа после инъекции, а через 3 часа удается констатировать либо возврат к норме, либо даже незначительное понижение активности каталазы крови.

ТАБЛИЦА 5

Влияние хлористого марганца на каталазу крови

№ опыта	Норма	Каталазное число			Величина введенной дозы
		Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
47	10,8	10,3	10,2	10,3	Введено под кожу 1 мг марганца
47	12,5	13,2	14,9	11,7	
48	10,8	12,4	11,0	10,2	
51	8,1	10,0	10,4	10,6	
74	19,5	12,5	11,4	12,0	
76	12,5	12,5	11,4	12,0	Введено под кожу 2 мг марганца
54	5,7	6,6	6,4	8,4	
55	5,7	6,8	6,4	8,8	
56	5,4	5,4	8,2	7,7	
78	12,8	12,8	15,8	17,4	
79	11,4	12,0	14,4	16,5	
80	10,9	11,5	12,9	14,5	

Материал, приведенный в табл. 5, позволяет заключить, что инъекция кроликам 2 мг марганца повышает каталитическую активность крови, причем это повышение начинает заметно выявляться через 2 часа после начала опыта, достигая максимума через 3 часа. При инъекции же кроликам 1 мг марганца под кожу в некоторых опытах наблюдается незначительное увеличение активности каталазы, в большинстве же случаев изменения не превышают нормальных колебаний в активности данного фермента.

Переходим к изложению результатов, полученных нами при инъекции кроликам сернокислого алюминия (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Влияние сернокислого алюминия на каталазу крови

№ опыта	Норма	Каталазное число			Величина введенной дозы
		время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
61	9,1	8,5	8,5	11,0	Кроликам введено под кожу 1 мг алюминия
62	7,6	6,6	8,7	8,7	
63	10,8	10,2	11,6	11,0	
65	9,6	9,8	10,7	10,8	
66	7,2	8,1	6,8	7,7	
68	8,9	8,3	10,4	10,4	Кроликам введено под кожу 2 мг алюминия
69	7,9	7,9	14,4	10,0	
70	6,4	6,0	7,7	6,8	
71	7,2	7,4	10,8	11,4	
73	6,2	6,4	6,4	9,5	
81	10,5	10,5	11,0	14,5	
83	9,5	10,7	10,5	12,4	

Из приведенной таблицы мы видим, что при инъекции кроликам 1 мг алюминия в течение первых двух часов активность каталазы в крови не претерпевает определенных изменений. Через 3 часа после начала опыта наблюдается незначительное повышение активности каталазы. При введении же кроликам сернокислого алюминия в дозе, соответствующей 2 мг чистого алюминия, активность каталазы начинает возрастать, начиная со второго часа опыта, достигая через 3 часа в большинстве опытов довольно значительной величины.

Приведенные в работе данные позволяют нам сделать следующие выводы.

1. Каталазное число в крови здоровых кроликов может колебаться в пределах от 5,0 до 22,0.

2. У одного и того же кролика в различные дни и даже в один и тот же день колебания в содержании каталазы в крови могут достигать 30%, причем установить какую-либо закономерность указанных колебаний пока невозможно.

3. Подкожные введения кроликам азотнокислого кобальта, хлористого марганца и сернокислого алюминия в дозе, соответствующей 2 мг чистого металла, повышают активность каталазы крови; сернокислый же цинк в указанной дозе вызывает понижение каталитической активности крови.

4. Серноокислый цинк, хлористый марганец и серноокислый алюминий при подкожной инъекции в количестве, соответствующем 1 мг чистого металла, не оказывают заметного влияния на каталитическую активность крови, азотноокислый же кобальт в той же дозе повышает активность каталазы крови.

Поступило в редакцию
3 апреля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гросман. К вопросу о состоянии ферментативной функции тканей животных при отравлении различными токсинами. Дисс. 1912. — 2. Гринев. Архив биологических наук, т. 17, 1911. — 3. Алешин. К вопросу о ферментативных функциях органов и сыворотки инфицированных животных. Дисс. 1911. — 4. Blumenthal & Brahm. Medizinische Klinik, Bd. 5, 1909. — 5. Бутягин. Харьковский медицинский журнал, 1916. — 6. Ющенко. Цит. по Марутаеву „Состояние ферментативных функций в крови и сыворотке человека при брюшном тифе.“ Дисс., 1912. — 7. Браиловский. Врачебное дело № 18—19, 1924. — 8. Alpern & Leites. Zeitschrift f. die gesamte Neurologie u. Psychiatrie. Bd. XCIV. v. 1. 1924. — 9. Battelli & Stern. Цит. по Гросману „К вопросу о состоянии ферментативной функции тканей животных при отравлении различными токсинами“ Дисс., 1912. — 10. Тур. Цит. по Стериопуло и Покровскому. Труды VII Съезда российских терапевтов, 1924. — 11. Магат. Материалы к изучению ферментативных функций крови при полном и частичном удалении щитовидной и паращитовидных желез у собак. Дисс. 1914. — 12. Алексеев. Журнал экспериментальной биологии и медицины № 10, 1927. — 13. Беренштейн. Труды Укр. психоневрол. ин-та, т. XX, 1932. — 14. Беренштейн. Збірник Праць Харківського Ветер. Унст., т. 15, в. II. — 15. Titus, Cave & Hughes. Journ. of Biol. Chemie, Vol. 80, 1928. — 16. Goerner. Journ. laborat. & clin. Med. Vol. 15, 1929. — 17. Lewine & Sohm. Journ. of Biol. Chemie, Vol. 59, 1924. — 18. Bertrand et Benzon. Cpt. rend. de l'Acad. d. Sc., vol. 175, 1922. — 19. Bertrand et Nakamura. Там же. Vol. 179, 1924. — 20. Beard, Meyers & Schipley. Цит. по Lentzel. Hdb. d. Ernähr. u. Stoffwech. d. Landwirtsch. Nutztiere herausg. v. E. Mangold. Bd. 3. 1931.

UEBER DIE BIOLOGISCHE ROLLE DER SALZE DER ELEMENTE, WELCHE IM ORGANISMUS IN MINIMALEN MENGEN VORHANDEN SIND

2. Mitteilung. Zur Frage über die Wirkung von Kobalt-, Zink-, Mangan und Aluminiumsalzen auf die Katalase des Blutes

Von F. J. Berenstein.

Aus dem Biochemischen Laboratorium (Vorstand — Prof. F. J. Berenstein) des Zootechnischen Instituts zu Kamenez-Podolsk.

1. Der Katalasewert kann im Blute gesunder Kaninchen in den Schranken zwischen 5,0 und 2,20 schwanken.

2. Bei einem und demselben Kaninchen können die Schwankung im Katalasegehalt des Blutes an verschiedenen Tagen und selbst an einem Tage 30% erreichen, wobei es einstweilen unmöglich ist, irgend-eine Gesetzmässigkeit in erwähnten Schwankungen aufzuweisen.

3. Die subkutane Einführung Kaninchen von Kobaltnitrat, Chlormangan und schwefelsaurem Aluminium in einer Dosis, die 2 mg von reinem Metall entspricht, erhöht die Aktivität der Blutkatalase, der schwefelsaure Zink bewirkt aber in der erwähnten Dosis eine Herabsetzung der katalytischen Aktivität des Blutes.

4. Der schwefelsaure Zink, das Chlormangan und das schwefelsaure Aluminium üben bei subkutaner Injektion in einer Menge, die 1 mg, von reinem Metall entspricht, keine merkliche Wirkung auf die katalytische Aktivität des Blutes aus; während das Kobaltnitrat in derselben Dosis die Aktivität der Blutkatalase erhöht.

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ СОЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОРГАНИЗМЕ В МИНИМАЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

Сообщение 3. К вопросу о влиянии солей никеля
и кобальта на содержание сахара в крови

Ф. Я. Беренштейн и М. И. Школьник

Из биохимической лаборатории (зав. — проф. Ф. Я. Беренштейн) Каменец-Подольского Зоотехнического института

За последнее десятилетие в ряде работ Bertrand и сотрудники (1—4) отмечают нахождение кобальта и никеля во многих органах и тканях как животных, так и человека.

При большой распространенности кобальта в теле животных сам собой напрашивается вопрос, какую роль играют кобальт и никель в физиологических процессах, происходящих в животном организме. Имеющиеся в данном направлении работы являются довольно немногочисленными.

Так, согласно Beard, Meyers a. Schipley ⁽⁵⁾ добавление никеля и кобальта к пище, состоящей из молока с добавлением солей железа, оказывает положительное действие на образование гемоглобина у экспериментальных животных. По наблюдениям Беренштейна, Тищенко и Шкляра ⁽⁶⁾ добавление азотнокислого кобальта к корму кур в дозе 0,5—1 мг в день понижает их способность к откорму. Понижалась также степень откорма у кур, получавших 1 раз в пятидневку подкожные инъекции 2 гм кобальта. При подкожных же инъекциях 1 мг кобальта в виде азотнокислой соли наблюдается незначительная стимуляция откорма. Отмеченное понижение степени откорма птиц авторы объясняют пониженным аппетитом у опытных птиц по сравнению с контрольными. Эти же авторы установили, что в то время, как откорм контрольных кур сопровождается уменьшением в их крови гемоглобина, у кур, получавших кобальт, количество гемоглобина не уменьшается, что в связи с уменьшением количества эритроцитов влечет за собой нарастание FJ крови. Kaso ⁽⁷⁾ установил, что ежедневные инъекции кроликам хлористого никеля, начиная от 0,01 г и кончая 0,6 г в день в течение 2 месяцев вызывают определенные изменения в крови животных: вначале, до 30 дня опыта, наблюдается увеличение в крови эритроцитов и лейкоцитов; начиная же с 30 дня и до конца опыта количество эритроцитов и лейкоцитов в крови падает ниже нормы. Goff ⁽⁸⁾, изучая влияние хлористого кобальта на животный организм, отметил, что инъекция кроликам в течение 4 месяцев указанного препарата в количестве 0,01—0,05 г в неделю не оказывает вредного действия на организм. Он же отмечает что добавление к корму молодых животных в продолжение 67 дней 6 г хлористого кобальта не оказало никакого вредного действия на вес и развитие животных. Указанный автор отмечает также, что инъекция кобальта как кроликам, так и людям вызывает расширение сосудов головы, а также падение кровяного давления. Указанное давление Goff объясняет специфическим действием кобальта на симпатическую нервную систему. Orten Undershill, Mugrage a. Lewis ⁽⁹⁾ констатировали, что добавление кобальта совместно с медью к корму крыс, состоящему из молока с добавлением солей железа вызывает у животных полицитемию. Waltner ⁽¹⁰⁾ показал положительное действие соединений кобальта на кроветворение у детей.

Приведенный литературный материал показывает, что кобальт и никель оказывают определенное влияние на течение физиологиче-

ских процессов, происходящих в животном организме. Исходя из этого, мы задались целью проследить влияние указанных солей на процессы обмена веществ в теле животных, начав это изучение с вопроса о роли солей кобальта и никеля в углеводном обмене.

Мы остановились в первую очередь на данном вопросе из тех соображений, что Bertrand et Macheboeuf на основании того, что в инсулине находится значительное количество кобальта и никеля, высказали предположение об особенной роли кобальта и никеля в углеводном обмене. Кроме указанной работы, мы встретили в литературе еще сообщение Касо, который установил, что инъекция кроликам малых доз хлористого никеля после преходящей гипогликемии вызывает небольшое увеличение сахара в крови. Он же отмечает, что начиная с 15-го дня хронического отравления никелем удлиняется гипергликемическая фаза при нагрузке сахаром. По мнению Касо, хроническое отравление никелем показывает определенное сходство с течением панкреатического диабета.

Мы задались прежде всего целью проследить, как влияют минимальные количества солей кобальта и никеля на содержание сахара в крови. Для этого нами был поставлен на кроликах 121 опыт с подкожной инъекцией малых доз хлористого кобальта, азотнокислого кобальта и азотнокислого никеля. Указанные соли вводились кроликам в дозе 0,5—1,0 и 2,0 мг из расчета на чистый металл. Кровь бралась у опытного кролика из уха до инъекции соли, через 1 ч., 2 ч. и 3 часа после инъекции. Средний вес опытных кроликов был в пределах около 2 кг. Определение сахара производилось по методу Haggdorn—Iensen.

Результаты некоторых из наших опытов в данном направлении мы приводим в табл. 1—3.

На основании материала, приведенного в табл. 1—3, мы можем сделать следующее заключение:

1) Подкожные инъекции кроликам азотнокислого никеля, хлористого и азотнокислого кобальта в дозе, соответствующей 0,5 мг чистого металла, не оказывают какого-либо определенного действия на содержание сахара в крови.

ТАБЛИЦА 1

Влияние минимальных доз азотнокислого никеля на содержание сахара в крови

№ опыта	Количество сахара в мг				Количество введенного никеля
	Норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
4	84	84	90	87	} 0,5 мг каждому кролику
1	111	106	111	113	
3	101	97	106	99	
81	115	115	116	112	
48	98	75	85	85	} 1 мг каждому кролику
49	117	100	93	99	
50	108	87	83	95	
51	107	87	87	91	
52	92	87	79	91	} 2 мг каждому кролику
35	164	121	114	131	
40	119	106	108	107	
84	79	61	54	68	
92	94	86	70	80	
93	103	67	89	79	

ТАБЛИЦА 2

Влияние минимальных доз азотнокислого кобальта на содержание сахара в крови

№ опыта	Количество сахара в мг				Количество введенного кобальта
	Норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
30	109	107	112	—	} 0,5 мг каждому кролику
128	97	92	88	106	
132	103	97	97	96	
134	94	85	88	88	
7	117	122	77	81	} 1,0 мг каждому кролику
138	110	101	92	96	
140	102	91	82	80	
141	94	83	82	79	
143	116	107	91	93	
22	123	109	108	127	} 2 мг каждому кролику
24	136	—	116	140	
92	97	80	89	94	
97	87	81	90	54	
135	98	86	87	97	

ТАБЛИЦА 3

Влияние минимальных доз хлористого кобальта на содержание сахара в крови

№ опыта	Количество сахара в мг				Количество введенного кобальта
	Норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
78	109	103	101	98	} 0,5 мг каждому кролику
80	96	83	98	101	
124	101	106	97	100	
103	92	86	91	99	
62	100	96	98	91	} 1 мг каждому кролику
64	98	89	84	95	
67	111	101	92	90	
68	113	114	100	88	
70	118	100	93	98	
55	100	97	96	85	} 2 мг каждому кролику
59	120	—	105	99	
60	121	113	107	101	
71	114	103	94	94	
73	131	119	114	111	

2) Введение кролику под кожу азотнокислого никеля в количестве 1—2 мг (при пересчете на чистый металл) вызывает небольшое понижение содержания сахара в крови, причем максимальное понижение в большинстве опытов наблюдается в течение первых двух часов после инъекции азотнокислого никеля, через 3 часа гипогликемия бывает менее выраженной.

3) Подкожные инъекции солей кобальта (азотнокислого и хлористого) в количестве 1—2 мг чистого металла влечет за собой падение количества сахара в крови, которое, начинаясь в большинстве опытов через час после инъекции, продолжается еще через 3 часа после начала опыта. Если мы сравним данные, имеющиеся в литературе относительно гипогликемического действия инсулина с результатами, полученными нами, мы должны будем признать что соли кобальта и никеля на содержание сахара в крови значительно слабее, чем инсулин.

После этого у нас возникла мысль, нельзя ли усилить гипогликемическое действие изучаемых нами солей путем совместного введения кобальта и никеля, так как в инсулине оба элемента, согласно исследованиям Bertrand, находятся одновременно.

Для выяснения указанного вопроса нами было поставлено несколько опытов, в которых мы одновременно вводили кроликам по 1 мг кобальта и никеля, после чего определяли сахар в крови через такие же промежутки, как в предыдущих опытах.

Результаты, полученные нами в этих опытах, мы приводим в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

Влияние одновременного введения кобальта и никеля на содержание сахара в крови

№ опыта	Количество сахара в мг				Примечание
	Норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
98	111	95	79	84	Кроликам введено под кожу 1 мг кобальта + 1 мг никеля в виде азотно-кислых солей
100	106	96	78	93	
101	96	87	88	—	
102	102	104	89	104	
103	96	82	96	98	
104	94	93	97	89	

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что действие, оказываемое кобальтом и никелем при совместном их введении, на содержание сахара в крови почти не отличается от эффекта, наблюдаемого после инъекции каждой соли в отдельности.

В следующей серии наших исследований мы задались целью проследить, какое влияние оказывают большие дозы кобальта и никеля на содержание сахара в крови. С данной целью нами было поставлено 42 опыта с подкожным введением кроликам 5 и 10 мг солей кобальта и никеля.

Полученные нами результаты мы приводим в табл. 5.

Материал, приведенный в табл. 5, позволяет нам сделать следующие заключения.

1) При подкожных инъекциях кроликам азотнокислых солей кобальта и никеля в дозе, соответствующей 5 мг чистого металла, наблюдается уменьшение сахара в крови, причем гипогликемическая кривая мало чем отличается от кривой падения сахара при инъекции 1—2 мг указанных солей.

2) При подкожных введениях кроликам 10 мг кобальта в виде азотнокислой соли во всех проведенных нами опытах наблюдалась гипергликемия. Соответствующие же дозы азотнокислого никеля либо

давали незначительную гипогликемию, либо также вызывали гипергликемический эффект.

На основании приведенного в работе экспериментального материала мы позволим себе сделать следующие выводы:

ТАБЛИЦА 5

О влиянии больших доз кобальта и никеля на содержание сахара в крови

№ опыта	Количество сахара в мг				Примечание
	Норма	Время после инъекции			
		1 час	2 часа	3 часа	
108	98	85	107	110	Кроликам введено под кожу 5 мг никеля в виде азотнокислой соли
110	93	101	101	106	
114	80	75	79	99	
147	110	102	90	92	
148	101	101	104	93	
105	112	81	95	125	Кроликам введено под кожу 5 мг кобальта в виде азотнокислой соли
107	114	114	89	95	
143	129	99	79	86	
144	108	104	95	88	
146	111	110	92	86	
119	119	152	135	120	Кроликам введено под кожу 10 мг никеля в виде азотнокислой соли
120	70	106	106	115	
155	102	140	108	95	
156	105	131	90	88	
163	95	81	83	81	
164	120	83	86	82	Кроликам введено под кожу 10 мг кобальта в виде азотнокислой соли
116	78	74	81	85	
118	82	90	90	92	
150	84	132	141	105	
152	70	97	113	88	
157	86	82	90	76	

1) Подкожные инъекции кроликам солей кобальта и никеля в дозе, соответствующей 0,5 мг чистого металла, не оказывают какого-либо эффекта на содержание сахара в крови.

2) При подкожном введении кроликам солей кобальта и никеля в количестве, соответствующем 1—5 мг чистого металла, наблюдается небольшой гипогликемический эффект. При введении же больших доз (10 мг кобальта или никеля в виде азотнокислых солей) скорее можно наблюдать гипергликемию, чем уменьшение сахара в крови.

3) Исходя из того, что гипогликемический эффект малых доз солей кобальта и никеля значительно слабее выражен, чем у инсулина, а большие дозы указанных солей вызывают явление гипергликемии, мы не можем согласиться с предложением Bertrand, что гипогликемическое действие инсулина объясняется наличием в его составе солей кобальта и никеля.

Поступило в редакцию
3 апреля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bertrand et Macheboeuf. Cpt. rend. de Soc. Biol. Vol. 180, 1925; vol. 182, 1926. — 2. Bertrand et Macheboeuf. Bulletin de la Société Chimique de France. 4 série, v. XXXIX—XL, 1926. — 3. Bertrand et Makragnotz. Cpt. rend. de Soc. biol. V. 175, 1925. — 4. Bertrand et Makragnotz, Bull. de Soc. Chimique. V. XXXIII, 1923. —

5. Beard, Meyers & Schipley. Цит. по Linzel. Handbuch der Ernährung u. des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere herausgeg. v. Ernst Mangold. Bd. 3, 1931.—6. Беренштейн, Тищенко и Шкляр. Труды Каменец-Под. Зоотехнического ин-та (в печати).—7. Kaso. Berichte ü. d. gesamte Physiol. & exper. Pharmakol. Bd. 72, H. 7/8, 1933; Bd. 75, H. 5/6, 1934.—8. Goff. Там же. Т. 78, № 7/8, 1934.—9. Orten Underhil, Mugrage & Lewis. Там же. Т. 67, 1932.—10. Waltner Там же. Т. 66, 1932.

ÜBER DIE BIOLOGISCHE ROLLE DER SALZE DER ELEMENTE, DIE IM ORGANISMUS IN MINIMALEN MENGEN VORHANDEN SIND

3. Mitteilung. Zur Frage über die Wirkung der Nickel- und Kobaltsalze auf den Zuckergehalt des Blutes

Von *F. J. Berenstein* und *M. I. Schkolnik*

Aus dem Biochemischen Laboratorium (Vorstand — Prof. F. J. Berenstein) des Zootechnischen Instituts zu Kamenez-Podolsk

1. Die subkutane Injektion Kaninchen von Kobalt- und Nickelsalzen in einer Dosis, die 0,5 *mg* von reinem Metall entspricht, übt gar keine Wirkung auf den Zuckergehalt des Blutes aus.

2. Bei der subkutanen Injektion Kaninchen von Kobalt und Nickelsalzen, in einer Menge, die 1—5 *mg* von reinem Metall entspricht, wird ein schwacher hypoglykämischer Effekt beobachtet; bei der Einführung grosser Dosen (10 *mg* Kobalt oder Nickel in der Form von Nitraten) kann eher die Hyperglykämie, als eine Verminderung des Blutzuckers beobachtet werden.

3. In Anbetracht dessen, dass der hypoglykämische Effekt kleiner Dosen von Kobalt- und Nickelsalzen viel schwächer ausgesprochen ist, als beim Insulin, grosse Dosen der erwähnten Salze aber die Hyperglykämie hervorrufen, können wir mit der Vermutung von Bertrand, nach welcher die hypoglykämische Wirkung des Insulins durch das Vorhandensein in demselben von Kobalt- und Nickelsalzen bedingt werde, nicht einverstanden sein.

УПРОЩЕННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ГАЗОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЧЕВИНЫ

Л. М. Краснянский

Из физиологической лаборатории Всесоюзного Зоотехнического института
пушносырьевого хозяйства

Хорошо известный и распространенный в лабораторной практике прибор Бородина для газометрического определения мочевины обладает целым рядом недостатков. Среди них мы можем указать следующие:

1. Прибор Бородина при всей своей кажущейся простоте сложен по конструкции и даже при наличии лиц хорошо знакомых со стеклодувным делом не может быть изготовлен своими средствами в лаборатории. Поэтому при отсутствии прибора Бородина на рынке вновь организующиеся лаборатории не смогут использовать газометрический принцип для количественного определения мочевины.

2. Для производства исследования необходимо разводить мочу. Эта простая операция требует все же дополнительного времени.

3. Разведение мочи сказывается на скорости разложения мочевины, реакция в приборе вследствие этого идет медленнее.

4. Подготовка к каждому определению довольно сложна и поэтому расходуется немало времени на эти подсобные операции.

5. Необходим специальный солевой раствор, который постоянно приходится выпускать из прибора, и прибор снова наполнять.

6. Наконец, работа с двухходовым краном прибора Бородина трудно дается мало подготовленному работнику и особенно студентам в условиях практических занятий. Кран необходимо смазывать вазелином, что обычно ведет к закупориванию ходов, при недостаточной смазке вследствие действия щелочи кран заедает; последнее обычно обозначает гибель прибора.

Желая устранить все эти недостатки, ускорить и вместе с тем упростить производство определения, мы по идее проф. Максимо-в и ча сконструировали упрощенный прибор, который будучи многократно испытан и проверен предлагается в настоящей работе (рис. 1).

Необходимые для изготовления прибора материалы найдутся в любой лаборатории. На каждый прибор требуется две небольших широкогорлых склянки [одна (2) емкостью на $200-250\text{ см}^3$, другая (1) на $100-150\text{ см}^3$ (можно и меньше)] и широкий стакан. Далее резиновая пробка, отрезок толстостенной резиновой трубки для соединения склянки 1 с бюреткой, в которой производится отмеривание выделившегося азота. В качестве бюретки мы используем тот бой бюреток, который имеется в каждой лаборатории. Верхний конец бюретки оттягивается или затыкается резиновой пробкой со стеклянной трубкой. На нижний конец одевается резиновая трубка для соединения бюретки со склянкой 2 ($200-250\text{ см}^3$). В склянку 1 помещают отрезок пробирки.

Определение ведется следующим образом: нижняя банка наполняется водой, которая натягивается в бюретку. Эта операция произво-

дится только один раз. Вода, заполняющая прибор, служит для неограниченного количества определений. Подняв склянку 2 и поместив ее на место склянки 1, мы доводим уровень воды до верхнего деления бюретки. В снятую предварительно верхнюю склянку 1 отмеривают 15 см^3 бромноватистой щелочи,¹ после чего пипеткой отмеривают ровно 1 см^3 неразведенной мочи в пробирочку, находящуюся в этой

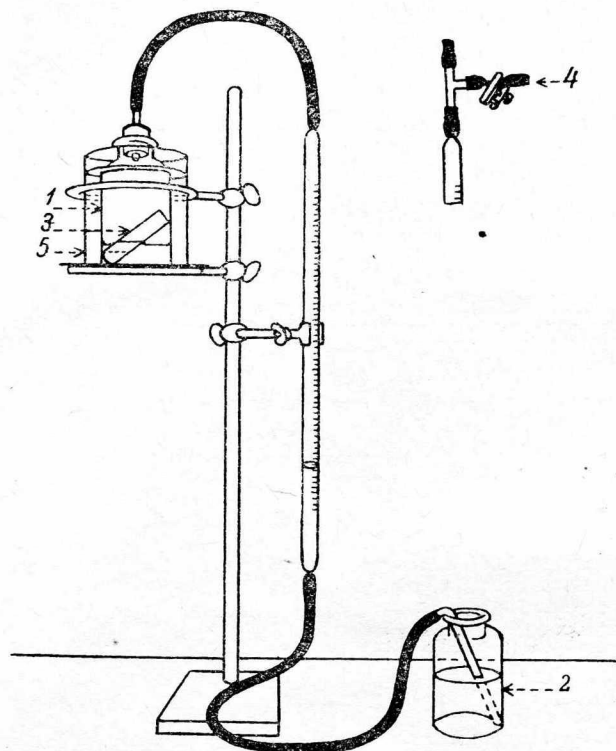


Рис. 1.

1. Верхняя склянка, в которой идет разложение мочевины с выделением азота, закрывается герметически резиновой пробкой. — 2. Склянка-сообщающийся сосуд служит для приведения давления в приборе к атмосферному. — 3. Отрезок пробирки ставится под углом так, чтобы оттуда можно было вылить мочу и ввести в эту пробирку бромноватистую щелочь. — 4. Приспособление, которое можно ввести в прибор для приведения уровня в бюретке к нулю, выпуская воздух через боковое отверстие. — 5. Резервуар с водой, имеющей температуру комнаты (может быть из металла, напр. кружка).

системе, что облегчает выход газа. После этого взяв склянку 1 за пробку (чтобы не нагреть сосуд от руки) наклоняют его, заставляя тем самым мочу вылиться в бромноватистую щелочь. Одновременно перемещением положения склянки вводят бромноватистую щелочь в пробирочку и разлагают мочевины, оставшуюся здесь. Такие взбалтывания совершают несколько раз, после чего помещают склянку 1 снова в резервуар с водой (5) для охлаждения.

¹ В зависимости от концентрации мочевины количество бромноватистой щелочи меняется. Здесь дано максимальное количество щелочи для человеческой мочи в нормальных условиях.

же склянке 1. После этого, завернув склянку в полотенце, чтобы она не нагревалась от руки, закрываем ее герметически резиновой пробкой. Теперь склянки снова можно поменять местами: склянка с мочей и щелочью помещается в резервуар с водой, а склянка 2 ставится на стол. Когда эта простая операция выполнена, находят уровень воды в бюретке при нормальном барометрическом давлении. При желании, вставив в верхний конец бюретки тройник с винтовым зажимом на резиновой трубке, мы можем, не поднимая склянки 2 вверх на место склянки 1, довести уровень до нуля, выпуская воздух через боковой ход тройника при сближении нулевого уровня с уровнем воды в склянке 2.

Установив начальный уровень воды в бюретке, склянку 2 ставят на стол и тем самым создают некоторое разрежение в си-

Когда выделение пузырьков прекратилось, что узнается повторным взбалтыванием склянки 1, находят уровень снова. Понижение уровня как раз и соответствует тому приросту объема газа, который произошел за счет выделившегося азота. По таблице Мальчевского находят количество мочевины, соответствующее при данном барометрическом давлении и температуре 1 см³ азота, помножают на число см³ азота и после умножения на 100 (ведь взят был для анализа 1 см³ мочи) узнают количество мочевины в процентах.

Все определение с конечным результатом, получаемым математической обработкой, даже у лиц мало опытных, занимает самое большее 8—10 минут. Это время во много раз меньше, чем то, которое затрачивается самими опытными работниками, привыкшими к аппарату Бородина.

Проверка точности предлагаемого прибора показала его высокое качество в этом отношении.

Для испытания мы взяли 2% раствор мочевины и сделали 10 определений с помощью нашего прибора.

Содержание мочевины, выраженное в процентах, определенное одним и тем же прибором в разных пробах

1.....	1,98	6.....	2,04
2.....	1,94	7.....	1,98
3.....	1,98	8.....	1,98
4.....	1,98	9.....	1,98
5.....	1,98	10.....	1,96

Мы должны указать, что для достижения точных результатов необходимо избегать нагревания склянки 1 рукою. Вследствие расширения газа здесь ошибка может быть очень велика. Вторая возможность ошибки заключается во взятой бюретке. Многочисленная проверка бюреток, произведенная нами в лаборатории, показала, что процент ошибок в отсчетах последних может доходить даже до 3—5. Поэтому бюретку для исследовательской работы необходимо калибровать (как это делается при титровании). Когда определения ведутся одним прибором и желают получить сравнительные результаты, то эта необходимость отпадает.

Подводя итоги сказанному, мы можем отметить, что предлагаемый нами прибор: 1) дешев, 2) несложен в своем изготовлении, 3) определения ведутся с большой быстротой и 4) легкостью, 5) точность прибора при соблюдении указанных нами условий достаточно велика.

Поступило в редакцию
11 мая 1935 г.

VEREINFACHTER APPARAT ZUR GASOMETRISCHEN BESTIMMUNG DES HARNSTOFFES

Von *M. M. Krasnjansky*

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Zootechnischen Instituts für Pelz-
Rohstoff-Wirtschaft

ФИЗИОЛОГИЯ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

Сообщение 1. Изучение состава и свойств мочи у серебристо-черных лисиц¹*И. З. Будинская, Е. А. Гречишкина, и Л. М. Краснянский*

Из физиологической лаборатории Всесоюзного Зоотехнического института пушно-сырьевого хозяйства и Всесоюзного Научно-исследовательского института пушно-мехового хозяйства

Мощное развитие звероводства в нашей стране выдвигает на ряду с целым рядом практических вопросов и вопрос об изучении нормальной физиологии пушных зверей, без чего не могут быть заложены научные основания для таких практически важных дисциплин, как кормление, ветеринария, зоогигиена и т. д. Вследствие голого практицизма, который царит сейчас в этих специальностях, целый ряд наблюдаемых явлений не находит правильного объяснения.

Относительно обмена веществ у пушных зверей, в частности у лисиц, мы знаем очень мало; можно даже сказать, что почти совершенно ничего не знаем. Анализ мочи во многих случаях может доставить важные указания о течении обмена, об его отклонениях в качественном отношении, в случае нахождения в моче чуждых веществ, а также об изменениях его в количественном отношении. Анализ мочи во многих случаях дает возможность судить о состоянии и почек и мочевых путей. Наконец, анализ мочи дает ветеринару прекрасное средство для решения вопроса о степени всасывания различных лечебных средств, вводимых в организм, как, например, глистогонных, и о характере химических превращений, испытываемых ими. Кроме того анализ мочи дал возможность сделать очень важные заключения о природе химических процессов, протекающих внутри организма.

Исходя из этих положений, нами были предприняты исследования состава и свойства мочи у серебристо-черных взрослых лисиц.

Мы определяли: 1) суточное количество мочи, 2) реакцию мочи, 3) цвет ее, 4) удельный вес мочи, 5) процентное содержание плотных веществ, 6) суточное количество плотных веществ, 7) процентное содержание неорганических веществ, 8) суточное количество неорганических веществ, 9) процентное содержание органических веществ, 10) суточное количество органических веществ, 11) процентное содержание мочевины, 12) суточное количество мочевины, 13) процентное содержание хлоридов, 14) суточное количество хлоридов.

Всего под опытом у нас было 10 взрослых здоровых животных: 5 самок и 5 самцов. Определения были начаты нами зимой, но уже законченные и подготовленные к печати материалы были потеряны. По этой причине исследование пришлось повторить целиком снова и приводимые здесь данные уже относятся к июлю, началу августа. Не имея на руках точных цифр за первый этап, мы все же можем провести сравнение особенностей о составе мочи за эти 2 различных периода. В наших зимних опытах, результаты

¹ Доложено в КОДЖ Академии Наук 29 ноября 1933 г. и в Зоотехнич. секции Московск. О-ва физиологов 3 января 1934 г.

которых утеряны, количество объектов было также равно 10. Вследствие большого разнообразия техника исследования описана для каждого из вышеприведенных определений отдельно.

Питание зверей имеет большое значение для состава и характера отделяемой мочи. За опытный период животные пользовались следующим рационом: утром — 100 г мяса, 140 г каши, 25 г овощей и 10 г яиц; вечером — 80 г мяса, 140 г каши, 20 г овощей, 2 г рыбьего жира и 5 г костяной муки.

Результаты исследований

Суточное количество мочи. Для сбора суточного количества мочи мы помещали серебристо-черных лисиц в специальные цельнометаллические клетки, где животные находились на сетчатом полу, а моча стекала по оцинкованному конусу в подставленную посуду. Количество мочи, выделенное за сутки, как известно, подвержено довольно значительным колебаниям и зависит от ряда факторов, как, например, кормления, кишечные расстройства и т. д.

По полученным нами данным, при указанном выше рационе, здоровые взрослые лисы самки выделяют за сутки в среднем 151 см^3 мочи, при чем крайние пределы колебаний составляли от 105 до 230 см^3 . Самцы выделяют за сутки больше мочи, а именно в среднем 204 см^3 . У самцов крайние пределы колебаний составляют от 150 до 235 см^3 .

Реакция мочи находится в зависимости от характера питания животного.

У лисиц, вследствие содержания большого количества мяса в кормовом рационе, фосфорсодержащие соединения, окисляясь до фосфорной кислоты, дают в конце-концов большое количество солей, отличающихся кислыми свойствами.

Утренняя моча плотоядных имеет по большей части резко кислую реакцию, тогда как дневные ее порции отличаются слабо кислыми или даже щелочными свойствами, лишь при исключительно мясной диете почке удастся удерживать кислую реакцию в течение полных суток. Поэтому щелочность мочи у лисиц следует рассматривать как патологический симптом только при исключительном кормлении мясом, да и то при условии, если она более или менее резко выражена.

В наших исследованиях мы определяли реакцию в смешанных порциях мочи за сутки. Из хорошо перемешанного суточного сбора отбиралась в пробирку отдельная порция, которая испытывалась на лакмус. Во всех приведенных испытаниях как у самок, так и у самцов моча показала явственную кислую реакцию (см. табл. 1).

Цвет. Во всех исследованных нами случаях моча серебристо-черных лисиц была интенсивно окрашена. При этом окраска была или желтой или желтой с красноватым оттенком. Необходимо отметить, что в большинстве случаев моча была мутна от находившегося в взвешенном состоянии осадка.

Удельный вес. Желая получить надежные и точные результаты, мы отказались от применения урометров, а определение удельного веса производили с помощью пикнометров. Для этой цели мы использовали выверенные в нашей лаборатории пикнометры Реньо на 50 см^3 каждый. Вследствие большой емкости пикнометра и тщательности взвешивания на аналитических весах ошибка отдельных определений, как показали контрольные измерения, была очень мала.

Согласно полученным нами данным, удельный вес мочи нормальных самок в среднем выше чем у самцов. Так у самок мы имеем в среднем 1,0247, а у самцов 1,0222. Крайние колебания удельного веса у самок составляют от 1,0215 до 1,0300, у самцов от 1,0163 до 1,0262.

ТАБЛИЦА 1

№ по порядку	Сухочное количе- ство мочи	Реакция	Ц в е т	Удельный вес	% плотн. веществ	С а м	к и	Сухочное количе- ство неорганич. ве- ществ	% органич. ве- ществ	Сухочное колич. органич. веществ	% содержание мочевины	Сухочное колич. мочевины	Солерж. хлоридов	Сухочное колич. хлоридов
1	105	Кисл.	Светложелтая	1,0215	5,15	5,41	1,01	1,06	4,14	4,45	3,60	3,82	0,57	0,60
2	170	"	Желт. с кр. оттенком . .	1,0226	5,25	8,90	1,36	1,65	3,89	6,61	3,48	5,85	1,02	1,73
3	135	"	Светложелтая	1,3300	8,69	11,73	1,98	2,67	6,71	9,06	5,00	6,75	0,93	1,25
4	115	"	Желтая	1,0264	6,03	6,93	1,31	1,50	4,72	5,43	3,84	4,42	0,74	0,85
5	230	"	Желтая	1,0230	5,00	11,50	0,80	2,16	4,20	9,34	3,55	8,16	0,68	1,56
Средн.	151			1,0247	6,02	8,89	1,29	1,81	4,73	6,98	3,89	5,80	0,79	1,20
6	235	Кисл.	Красно-желтая	1,0199	4,75	11,1	1,07	2,51	3,68	8,65	3,38	7,94	1,03	2,42
7	150	"	Желтая	1,0234	5,60	8,4	1,07	1,60	4,53	7,05	3,75	5,73	0,90	1,35
8	230	"	Светложелтая	1,0163	3,58	8,2	0,69	1,60	2,89	6,65	2,73	6,28	0,55	1,26
9	195	"	Светложелтая	1,0252	5,90	10,5	1,52	2,96	4,38	7,54	3,84	7,49	1,11	2,16
10	210	"	Желтая мутная	1,0262	6,00	12,6	0,88	1,85	5,12	10,75	4,06	8,52	0,69	1,44
Средн.	204			1,0222	5,17	10,1	1,05	2,10	4,12	8,13	3,55	7,19	0,86	1,73

Мы должны обратить внимание на тот факт, что в наших зимних исследованиях удельный вес показал гораздо более высокие цифры, а именно в пределах 1,0400 и выше.

Плотные вещества, их процентное содержание и суточное количество. Точной пипеткой отмеривали 10 см³ мочи, которая затем помещалась в фарфоровый тигель и выпаривалась при температуре ниже 100°. После сушки тигельки помещались в эксикатор, затем их вес проверялся на аналитических весах до достижения постоянного веса.

Как показали наши исследования, концентрация плотных веществ у самок выше, чем у самцов. Однако суточное количество выводимых плотных веществ у самцов выше, чем у самок. Это и понятно, так как общее количество мочи у самцов выше, чем у самок. Согласно нашим данным (см. табл. 1) процентное содержание плотных веществ у самок равно 6,02, а у самцов 5,17%. Крайние колебания в содержании плотных веществ у самок составляют от 5,00% до 8,69%, а у самцов от 3,58% до 6,00%. Суточное количество плотных веществ у самок равно 8,89 г, у самцов 10,1 г. Крайние колебания суточного количества плотных веществ у самок составляют от 5,41 до 11,73 г, а у самцов от 8,2 до 12,6 г. Процентное содержание плотных веществ, найденное нами при зимних исследованиях, оказалось гораздо более высоким и в отдельных случаях доходило до 18%. То же самое нужно сказать и о суточном количестве плотных веществ, которое во много раз превышало количество плотных веществ, найденных летом.

Неорганические вещества, их процентное содержание и суточное количество. Для определения концентрации и суточного количества минеральных веществ точно отмеривалось 10 см³ мочи, выпаривалось и затем прокаливалось в муфельной печи. После прокаливания тигельки помещались в эксикатор и по достижении постоянного веса (4 и 7 дней) вычислялось как процентное содержание, так и суточное количество неорганических веществ. Исследования показали, что процентное содержание неорганических веществ в моче у самок выше, чем у самцов, но самцы за сутки выводят больше минеральных веществ, чем самки.

Процентное содержание минеральных веществ у самок равно 1,29%, у самцов 1,05%. Крайние пределы колебаний у самок составляют от 0,080% до 1,98%, тогда как у самцов от 0,69% до 1,52%.

Суточное количество неорганических веществ у самок равно 1,81 г, а у самцов 2,10 г. Крайние пределы колебаний составляют у самок от 1,06 г до 2,67 г, тогда как у самцов от 1,60 до 2,96 г.

Органические вещества мочи, их процентное содержание и суточное количество. Количество органических веществ в моче определялось по разнице между содержанием неорганических веществ и содержанием плотных веществ. Как и в отношении остальных констант процентное содержание органических веществ у самок оказалось выше, чем у самцов, но суточное количество органических веществ в моче у самцов превосходило таковое у самок. Как видно из наших исследований, процентное содержание органических веществ у самок составляет 4,73%, а у самцов 4,12%. Крайние пределы колебаний составляют у самок от 3,89 до 6,71%, а у самцов от 2,89 до 5,12%. Суточное количество органических веществ у самок равно 6,98 г, а у самцов 8,13 г. Крайние пределы колебаний у самок наблюдаются от 4,45 до 9,34 г, у самцов от 6,65 до 10,75 г.

Мочевина, ее процентное содержание и суточное количество. Для количественного определения мочевины мы пользовались прибором

собственной упрощенной конструкции, обладающим большой точностью и вместе с тем дающим целый ряд удобств, облегчающих постановку серийных определений.

Как показали наши исследования, процентное содержание мочевины в моче самок выше, чем у самцов. В среднем количество мочевины в процентах составляет у самок 3,89, а у самцов 3,55. Крайние пределы колебаний у самок от 3,48 до 5,00%, у самцов от 2,73 до 4,06%. Суточное количество мочевины у самок составляет 5,80 г, у самцов 7,19 г, колеблясь у первых от 3,82 до 8,16 г, а у вторых от 5,73 до 8,52 г.

В зимних наших определениях процентное содержание мочевины у серебристо-черных лисиц доходило до 14 и выше. Одновременно с этим было гораздо выше и суточное количество выводимой мочевины.

Хлориды, их процентное содержание и суточное количество. Хлориды мы определяли по способу Мора. Произведенные нами исследования показали, что процентное содержание хлоридов, а также и их суточное количество у самок ниже, чем у самцов. Процентное содержание хлоридов у самок равно 0,79, у самцов 0,86. Крайние пределы колебаний у самок составляют от 0,57 до 1,02%, у самцов от 0,55 до 1,11%. Суточное количество хлоридов у самок равно 1,20 г, у самцов 1,73 г. Крайние пределы колебаний у самок составляют от 0,60 г до 1,73 г, у самцов от 1,26 г до 2,43 г.

Резюме

На пяти самках и пяти самцах серебристо-черных лисиц были приняты исследования по изучению состава и свойств мочи у здоровых и взрослых животных определялись: 1) суточное количество мочи, 2) реакция мочи, 3) цвет ее, 4) удельный вес, 5) процент плотных веществ, 6) суточное количество плотных веществ, 7) процентное содержание минеральных веществ, 8) суточное количество минеральных веществ, 9) процентное содержание органических веществ, 10) суточное количество органических веществ, 11) процентное содержание мочевины, 12) суточное количество мочевины, 13) процентное содержание хлоридов, 14) суточное количество хлоридов.

Выделяя с мочей более высокое количество веществ (за исключением хлоридов) в процентном отношении самки за сутки выделяют их меньше, чем самцы. В зимний период концентрация и суточное количество веществ значительно выше, чем в летний период. Представляет большой интерес изучение динамики выделяемых веществ в течение всего года.

Поступило в редакцию
1 июля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

Л. М. Краснянский. Упрощенный газометрический прибор для количественного определения мочевины. Этот № журнала.

PHYSIOLOGIE DER PELZTIERE

1. Mitteilung. Untersuchung der Zusammensetzung und der Eigenschaften des Harnes beim Silberfuchs.

Von I. Z. Budinskaja, L. M. Gretschischkina und L. M. Krasnjansky

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Zootechnischen Instituts der USSR für Pelzrohstoffwirtschaft und des Wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Pelzwerkwirtschaft der USSR

An fünf weiblichen und an fünf männlichen Silberfüchsen wurden Untersuchungen der Zusammensetzung und der Eigenschaften des Harnes bei gesunden erwachsenen Tieren vorgenommen. Es wurden bestimmt: 1) die Tagesmenge des Harnes, 2) die Reaktion des Harnes, 3) die Farbe desselben, 4) das spezifische Gewicht des Harnes, 5) der $\%$ -Gehalt an festen Stoffen, 6) die Tagesmenge der festen Stoffe, 7) der $\%$ -Gehalt an Mineralstoffen, 8) die Tagesmenge der Mineralstoffe, 9) der $\%$ -Gehalt an organischen Stoffen, 10) die Tagesmenge der organischen Stoffe, 11) der Prozentgehalt an Harnstoff, 12) die Tagesmenge des Harnstoffes, 13) Der $\%$ -Gehalt an Chloriden, 14) die Tagesmenge der Chloride.

Die weiblichen Tiere scheiden mit dem Harne eine grössere Menge von Stoffen aus (mit Ausnahme der Chloride), was aber den $\%$ -Gehalt an denselben für 24 Stunden anbetrifft, so ist er bei ihnen geringer, als bei den männlichen Tieren. Im Winter sind die Konzentration und die Tagesmenge der Stoffe viel grösser, als im Sommer. Von grossem Interesse ist die Untersuchung der Dynamik der Stoffe, die im Laufe des ganzen Jahres ausgeschieden werden.

ФИЗИОЛОГИЯ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

Сообщение 2. Изучение состава и свойств мочи у песцов¹

И. З. Будинская, Е. А. Гречишкина и Л. М. Краснянский

Из Физиологической лаборатории Всесоюзного зоотехнического института пушно-сырьевого хозяйства и Всесоюзного научно-исследовательского института пушно-мехового хозяйства

В виду того, что моча песцов не была совершенно изучена, нами было предпринято ее изучение у взрослых здоровых особей.

Мы определяли: 1) суточное количество мочи у песцов, 2) реакцию мочи, 3) цвет ее и 4) удельный вес, 5) процентное содержание плотных веществ, 6) суточное количество плотных веществ, 7) процентное содержание минеральных веществ, 8) суточное количество минеральных веществ, 9) процентное содержание органических веществ, 10) суточное количество органических веществ, 11) процентное содержание мочевины, 12) суточное количество мочевины, 13) процентное содержание хлоридов, 14) суточное количество хлоридов, 15) процентное содержание угольной кислоты (в виде карбонатов), 16) суточное количество угольной кислоты в ней.

Моча собиралась в течение июня (конец этого месяца) и июля. Всего мы провели исследования 10 суточных проб мочи от взрослых, здоровых животных, из них 4 у самок и 6 у самцов.

Питание песцов за этот период было следующее: утром — 100 г мяса, 140 г каши, 25 г овощей, и 10 г яиц; вечером — 80 г мяса, 140 г каши, 20 г овощей, 2 г рыбьего жира и 5 г костяной муки.

Результаты исследования

Суточное количество мочи. Для сбора суточного количества мочи мы помещали песцов в специальные цельно-металлические клетки, где животные находились на сетчатом полу, а моча стекала по оцинкованному конусу в подставленную посуду, откуда ее сливали в измерительный цилиндр. Согласно полученным данным (см. табл. 1) взрослые самки песцов выделяют в среднем за сутки мочи меньше, чем самцы: самки 177 см^3 , самцы 191 см^3 . Крайние пределы колебаний у самок составляют от 135 до 240 см^3 , у самцов от 170 до 250 см^3 . В этом отношении мы наблюдаем большое сходство с данными, полученными на серебристо-черных лисах, где самки выделяли 151 см^3 (крайние пределы колебаний от 105 до 230), а самцы 204 см^3 (крайние пределы колебаний от 150 до 235 см^3).

Реакция мочи. В отношении реакции мы столкнулись у песцов с значительными специфическими особенностями. В обследованных нами случаях мы обнаружили преимущественно щелочную реакцию, у самцов во всех случаях, а у самок в половине случаев, щелочную, а в

¹ Доложено в КОДЖ Академии Наук 29 ноября 1934 г. и в зоотехнич. секции Московск. О-ва физиологов 3 января 1935 г.

другой половине случаев кислую. Как показали исследования во всех случаях щелочной реакции моча песцов содержала большое количество карбонатов. Поэтому в каждом из таких случаев мы производили также определение содержащейся в моче угольной кислоты. Для определения реакции мы пользовались лакмусом, беря пробы из хорошо перемешанного суточного количества мочи.

Цвет. Так же как и у серебристо-черных лисиц моча песцов имеет интенсивную окраску. Однако, если у лисиц цвет мочи то светложелтый, то желтый с красноватым оттенком, то у песцов мы наблюдали отклонения от светложелтого и желтого цвета с зеленоватым оттенком. В некоторых же случаях при стоянии наблюдалось появление интенсивного зеленого цвета. В большинстве случаев моча мутна от находящихся в взвешенном состоянии веществ.

Удельный вес. Для определения удельного веса мы пользовались пикнометрами Реньо на 50 см³ каждый, предварительно выверенными в нашей лаборатории. Вследствие их большой емкости, а также постановки параллельных определений приводимые цифры являются весьма надежными.

Согласно полученным нами данным уд. вес мочи у песцов выше, чем у серебристо-черных лисиц, а именно у самцов составляет в среднем 1,0241, у самок 1,0282. Крайние пределы колебаний уд. веса у самок составляют от 1,0214 до 1,0343, у самцов от 1,0283.

Плотные вещества, их процентное содержание и суточное количество в моче песцов. Для определения концентрации плотных веществ мы отмеривали выверенной пипеткой 10 см³ мочи, после чего моча помещалась в фарфоровый тигель и выпаривалась при t° ниже 100°. После сушки тигельки переносили в эксикатор, затем их вес проверялся на аналитических весах до достижения постоянного веса.

Так же как и у серебристо-черных лисиц, концентрация плотных веществ в моче самок песцов выше, чем у самцов, но в противоположность лисицам суточное количество плотных веществ у самок выше чем у самцов, несмотря на то, что самцы выделяют больше мочи, чем самки. Согласно нашим данным, процентное содержание плотных веществ в среднем у самок = 7,73%, у самцов 6,66%. Крайние пределы колебаний содержания плотных веществ у самок составляют от 6,10 до 9,26%, у самцов от 5,12 до 8,07%. Среднее суточное количество плотных веществ у самок составляет 13,81 г, у самцов 12,81 г. Крайние колебания в суточном количестве плотных веществ у самок наблюдались в пределах от 1,6 до 21,43 г, у самцов от 8,70 до 20,18 г.

Минеральные вещества, их процентное содержание и суточное количество в моче песцов. После того как в отмеренной моче было определено содержание плотных веществ, эти же тигельки помещались в муфельную печь для прокаливания. Затем по достижении ими постоянного веса в эксикаторе определялись путем взвешивания как процентное содержание, так и суточное количество минеральных веществ. На основании наших данных мы видим, что процентное содержание минеральных веществ в моче самок песцов выше, чем у самцов, тогда как самцы за сутки выделяют больше минеральных веществ, чем самки. В среднем процентное содержание минеральных веществ у самок равно 0,96%, у самцов 0,89%. Крайние пределы колебаний у самок составляют от 0,57 до 1,16%, у самцов от 0,65 до 1,09%. Суточное количество минеральных веществ у самок в среднем равно 1,62 г, у самцов 1,73 г. Крайние колебания суточного количества у самок составляют от 1,37 до 1,97 г, у самцов от 1,21 до 2,72 г.

ТАБЛИЦА 1

№ по порядку	Суточное количество мочи	Реакция	Цвет	Удельный вес	% плотн. веществ	Суточное колич. плотн. веществ	% неорганич. веществ	Суточное колич. веществ	% органич. веществ	Суточное колич. органич. веществ	% содержания мочевины	Суточное колич. мочевины	% содержания хлоридов	Суточное колич. хлоридов	% содержания угловой кислоты	Суточное колич. угловой кислоты
С																
1	240	Щел.	Светложелтый	1,0319	8,93	21,43	0,57	1,37	8,36	20,06	3,93	9,43	0,51	1,22	3,06	7,35
2	135	"	Желт. с зел. оттенком .	1,0343	9,26	12,50	1,06	1,43	8,20	11,07	4,76	6,22	0,78	1,05	1,84	2,48
3	165	Кисл.	Желтый	1,0214	6,10	10,06	1,03	1,70	5,07	8,36	3,57	5,89	0,70	1,15	—	—
4	170	Сл.-кисл.	Темножелтый	1,0254	6,63	11,27	1,16	1,97	5,47	9,30	4,12	7,00	0,86	1,46	—	—
Средн.	177			1,0282	7,73	13,81	0,96	1,62	6,77	12,19	4,09	7,13	0,66	1,22	—	—
С																
5	170	Щел.	Светложелтый	1,0186	5,12	8,70	0,71	1,21	4,41	7,49	3,68	6,26	0,42	0,71	0,39	0,66
6	250	"	Желтый	1,0283	8,07	20,18	1,09	2,72	6,98	17,46	3,45	8,63	0,41	1,02	2,70	6,75
7	190	"	Желт. с зел. оттенком .	1,0198	5,73	10,89	0,65	1,24	5,08	9,65	2,88	5,47	0,52	0,90	1,70	3,23
8	190	"	Желтый	1,0283	7,84	14,89	0,98	1,86	6,86	13,03	3,28	6,23	0,39	0,74	2,98	5,66
9	175	"	"	1,0256	6,86	12,01	0,92	1,61	5,94	10,40	4,43	7,75	0,71	1,24	1,11	1,94
10	170	"	Светложелтый	1,0239	6,35	10,80	1,02	1,73	5,33	9,07	2,56	4,35	0,48	0,81	2,27	3,86
Средн.	191			1,0241	6,66	12,91	0,89	1,73	5,77	11,18	3,38	6,45	0,49	0,92	1,86	3,68

Органические вещества в моче песцов, их процентное содержание и суточное количество. Количество органических веществ в моче песцов определялось по разнице между содержанием минеральных и содержанием плотных веществ. Суточное количество органических веществ у самок выше, чем у самцов, что существенно отличается от результатов, полученных на серебристо-черных лисах. Как следует из наших данных, среднее процентное содержание органических веществ у самок равно 6,77%, у самцов 5,77%. Крайние колебания у самок найдены от 5,07 до 8,36%, у самцов от 5,08 до 6,98%. Суточное количество органических веществ у самок равно 12,19 г, у самцов 11,18 г. Крайние пределы колебаний, обнаруженные в суточном количестве у самок составляют от 8,36 до 20,06 г, у самцов от 7,49 до 17,47 г.

Мочевина, ее процентное содержание и суточное количество в моче песцов. Для определения мочевины мы использовали газометрический метод. В произведенных нами исследованиях мы пользовались прибором собственной упрощенной конструкции, представляющим ряд удобств и облегчающим постановку многочисленных определений.

Как показали наши исследования, процентное содержание и суточное количество мочевины в моче самок выше, чем у самцов. В среднем количество мочевины в процентах составляет у самок 4,9%, у самцов 3,38%. Крайние пределы колебаний составляют у самок от 3,57 до 4,76%, у самцов от 2,56 до 4,43%. В среднем суточное количество мочевины у самок равно 7,13 г, у самцов 6,45 г, колеблясь у первых от 5,89 до 9,43 г, а у вторых от 4,35 до 8,63 г.

Хлориды, их процентное содержание и суточное количество в моче песцов. Определение хлоридов в моче песцов мы производили по способу Мора.

В результате наших исследований нами найдено, что процентное содержание хлоридов, а также и их суточное количество у самок выше, чем у самцов. В среднем процентное содержание хлоридов у самок равно 0,66%, у самцов 0,49%. Крайние пределы колебаний процентного содержания хлоридов у самок составляют от 0,51 до 0,86%, у самцов от 0,39 до 0,71%. Суточное количество хлоридов у самок в среднем равно 1,22 г, у самцов 0,92 г. Крайние пределы колебаний у самок составляют от 1,05 до 1,46 г, у самцов от 0,71 до 1,24 г.

Определение процентного содержания и суточного количества угольной кислоты в моче песцов. Качественное химическое исследование показало наличие в моче у песцов большого количества карбонатов. На основании этого нами были предприняты исследования по количественному определению угольной кислоты. Угольная кислота определялась весовым путем с помощью прибора Мора.

В результате наших определений мы обнаружили, что моча самок в двух случаях содержала карбонаты, а в двух их не было. У самки № 1 обнаружено в моче 3,06% угольной кислоты, что составляет 7,35 г угольной кислоты за сутки. У самки № 2 найдено 1,84% угольной кислоты, что составляет 2,48 г угольной кислоты за сутки. У самки № 3 и 4 угольной кислоты в моче не обнаружено.

У всех самцов в моче найдено большое количество карбонатов. При чем процентное содержание угольной кислоты составляет в среднем 1,86% при крайних пределах колебаний от 0,39 до 2,98%. Суточное количество угольной кислоты в среднем равно 3,68 г при крайних пределах колебаний от 0,66 до 6,75 г.

Представляет большой интерес дальнейшее изучение особенностей мочи у песцов при экспериментальном изменении рационов.

Резюме

На 4 самках и 6 самцах взрослых и здоровых песцов были проведены исследования состава и свойств мочи, собираемой за сутки. Так как моча песцов отличается присутствием карбонатов, то оказалось необходимым, помимо определения других компонентов, произвести также определения содержания угольной кислоты в моче.

Определялось: 1) суточное количество мочи у песцов, 2) реакция мочи, 3) цвет ее, 4) удельный вес, 5) процентное содержание плотных веществ, 6) суточное количество плотных веществ, 7) процентное содержание минеральных веществ, 8) суточное количество минеральных веществ, 9) процентное содержание органических веществ, 10) суточное количество органических веществ, 11) процентное содержание мочевины, 12) суточное количество мочевины, 13) процентное содержание хлоридов, 14) суточное количество хлоридов, 15) процентное содержание угольной кислоты, 16) суточное количество угольной кислоты. В результате исследования выяснено, что, в противоположность серебристо-черным лисам, самки песцов выделяют больше веществ с мочой как в процентном отношении, так и в валовом содержании за сутки (за исключением минеральных веществ). Представляет большой интерес изучение динамики выделения веществ с мочой у песцов в течение всего года.

Поступило в редакцию
11 мая 1935 г.

PHYSIOLOGIE DER PELZTIERE

2. Mitteilung. Untersuchung der Zusammensetzung und der Eigenschaften des Harns bei den Eisfüchsen

Von I. Z. Budinskaja, E. A. Gretschischkina und L. M. Krasnjansky

Aus dem Physiologischen Laboratorium des Zootechnischen Instituts der USSR für Pelzrohstoffwirtschaft und des wissenschaftlichen Forschungsinstituts der USSR für Pelzwerkwirtschaft.

An 4 weiblichen und 6 männlichen erwachsenen, gesunden Eisfüchsen wurden die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Harnes untersucht, der im Laufe von 24 Stunden gesammelt wurde. Da der Harn der Eisfuchse sich durch die Anwesenheit von Karbonaten auszeichnet, so erwies es sich als notwendig, abgesehen von der Bestimmung der übrigen Komponenten, auch den Kohlensäuregehalt im Harne zu bestimmen. Es wurden bestimmt: 1) die Tagesmenge des Harnes bei den Eisfüchsen, 2) die Reaktion des Harnes, 3) die Farbe desselben, 4) die spezifische Gewicht des Harnes, 5) der $\%$ -Gehalt an festen Stoffen, 6) die Tagesmenge der festen Stoffe, 7) der $\%$ -Gehalt an Mineralstoffen, 8) die Tagesmenge der Mineralstoffe, 9) Der $\%$ -Gehalt an organischen Stoffen, 10) die Tagesmenge der organischen Stoffe, 11) der $\%$ -Gehalt an Harnstoff, 12) die Tagesmenge des Harnstoffes, 13) der $\%$ -Gehalt an Chloriden, 14) die Tagesmenge der Chloride, 15) der $\%$ -Gehalt an Kohlensäure, 16) die Tagesmenge der Kohlensäure. Im Resultat der Untersuchung wurde festgestellt, dass, im Gegensatz zu den Silberfüchsen die Weiblichen Eisfüchse mit dem Harn eine grössere Menge von Stoffen, sowohl in Prozenten als auch in der Gesamtmenge für 24 Stunden (mit Ausnahme der Mineralstoffe) ausscheiden. Von grossem Interesse ist die Untersuchung der Dynamik der Ausscheidung der Stoffe im Harne bei den Eisfüchsen im Laufe des ganzen Jahres.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ НА КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ

П. М. Старков

Из отдела физиологии Свердловского ин-та эксперим. мед. (зав. отд.—проф. В. В. Парин)

Всякое перегревание организма влечет за собой значительные изменения в состоянии сердечно-сосудистой системы. Наряду с изменением работы сердца и тонуса сосудов изменяется и артериальное кровяное давление. Изменение последнего отмечается почти всеми авторами, занимавшимися этим вопросом, но полученные выводы очень разноречивы.

Так, Маршак в эксперименте на людях в камере получил понижение кровяного давления. Блинова и др. в опытах на собаках констатировали неизменность артериального давления. Стожкова-Гольдфарб и Диев у рабочих горячих цехов нашли повышение давления. Леках и Картман наблюдали повышение артериального давления лишь у рабочих, подвергающихся мощному воздействию тепловой лучистой энергии.

В большинстве работ совершенно не дифференцируется действие лучистого и конвекционного тепла. Это можно даже сказать про работы, проведенные в камерах, имеющих нагрев от радиаторов.¹ Может быть этим и объясняется разноречивость полученных данных, в особенности в условиях горячих цехов.

В горячих цехах, кроме повышенной температуры воздуха имеется еще сильное воздействие мощного потока лучистой энергии. Эти лучи относятся, главным образом, к красной и инфракрасной частям спектра. Мощность облучения весьма значительна и в металлургических цехах на месте работы обычно превышает 2—3 м. кал., нередко доходя до 15—20 м. кал. и больше на 1 см² в 1 мин.

В некоторых цехах организм подвергается периодическому облучению, хотя и длительному, но достигающему такой силы, что к концу рабочего цикла он находится на грани болевой выносливости. Результатом этого является сильнейшее лучисто-термическое раздражение кожи, дающее стойкую эритему и, даже, ожоги (Замеховская).

В данной работе мы поставили себе задачу выяснить влияние тепла на кровяное давление в условиях острого опыта на животных. Интегральный поток был взят от специально сконструированной лампы для вертикального облучения.

Необходимость применения этой лампы диктовалась тем, что всем известная отражательная лампа-печь (Strahlöfen) имеет ряд недостатков: она не дает равномерного распределения лучей, сравнительно слабосильна и, главное, очень инертна, имея большое время нагрева и охлаждения. У примененной нами лампы эти недостатки сведены до минимума. Она имеет несущую нагретую поверхность равную 700 мм², расположенную на 200 см², и действует от городской электрической сети. В наших опытах мощ-

¹ В одной из прогеденных нами работ по питьевому режиму в камере при постоянной температуре и влажности, случайно была выключена небольшая секция радиатора, и это дало снижение температуры тела и количества пота у испытуемых на 13—15%, без изменения влажности и температуры камеры.

ность воздействия лучистой энергии на животное равнялось $3 \text{ м. кал. на } 1 \text{ см}^2 \text{ в } 1 \text{ мин.}$ при трех диапазонах нагрева лампы. Первый нагрев до красного цвета требует доведения температуры лампы до 800°C , второй до темнокрасного цвета — $t^\circ 650^\circ \text{C}$ и третий без свечения — t° около 500°C .

Мощность облучения устанавливалась по актинометру Калитина изменением расстояния лампы от объекта. Постоянство температур нагрева лампы осуществлялось контактными реостатами. Колебания напряжения сети компенсировались ползунковыми реостатами, последовательно включенными в цепь лампы. Продолжительность облучения была от 1 до 2,5 минут в зависимости от исходной температуры и температуры нагрева кожи животных. Последняя определялась игольной термопарой, введенной в толщу кожи. Термопара соединялась обычным образом с зеркальным гальванометром, шкала которого была градуирована таким образом, что $0,1^\circ \text{C}$ давала отклонение зайчика около 1,5 см.

Опыты проводились на кошках, которые находились под эфирно-хлороформным наркозом. Специальный лаборант следил во время опыта за постоянством наркоза. Облучаемая поверхность кожи брилась или тщательно остригалась. Облучению подвергалась, главным образом, поверхность живота, а также конечностей. Размер облучаемого участка регулировался экраном из луженого свинца, расположенным между лампой и животным.

Облучение каждого животного производилось многократно и начиналось после восстановления температуры кожи от предыдущего облучения. Всего было свыше 400 облучений в 37 опытах. Продолжительность каждого опыта была от 2 до 4—5 часов. Кровяное давление регистрировалось прямым методом, тонографом или манометром Ludwig, соединенным через канюлю с *art. carotis*.

Полученные результаты опытов показали, что при остром, сильном воздействии лучистой энергии кровяное давление сначала не дает никаких изменений, а затем быстро начинает подниматься (рис. 1).

Момент начала повышения давления как правило, довольно закономерно начинается при достижении кожей температуры $40\text{—}43^\circ \text{C}$. Эта

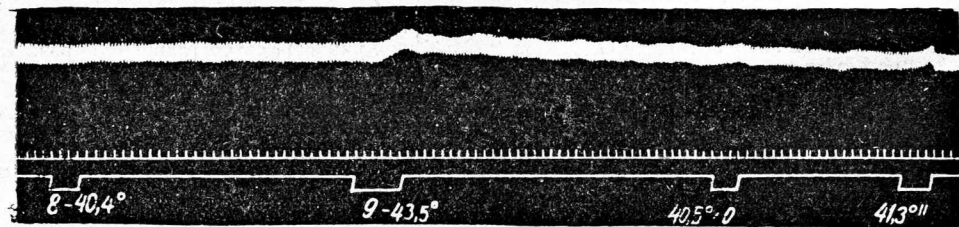


Рис. 1. Сверху вниз: 1. кров. давл., 2. отметка времени (1 дел. = 10 сек.), 3. отметка облучения

температура кожи является как бы пороговой для изменения кровяного давления. У отдельных животных при первых облучениях она довольно постоянная, несколько повышаясь при последующих, что видно из табл. 1, где приведена запись опыта № 25.

В тех случаях, когда облучение прекращается до этого порогового подъема температуры кожи, никаких изменений в кровяном давлении не наступает (рис. 2).

¹ Измерения температур лампы произведены в пирометрической лаборатории Верхне-Исетского завода при помощи пирометра Гильборна.

Высота подъема давления доходит до 25—30 мм и больше и зависит от продолжительности облучения. При очень длительных облучениях секунд через 60—75 подъем давления останавливается и получается плато с небольшими колебаниями (рис. 3).

Как только прекращается облучение, кровяное давление сразу начинает падать, иногда доходя до величины ниже исходной, и затем постепенно выравнивается.

ТАБЛИЦА 1

№ облучения	Т° кожи, при которой начинается подъем давления
5	40,0
6	40,0
7	40,5
8	40,3
9	40,0
11	41,0
16	42,0
22	43,5

Сравнительное изучение лучей волн различной длины при различной температуре ламп заметного различия в изменении кровяного давления не дает (рис. 4), и получающиеся кривые отражают одинаковые закономерности. Это может быть объяснено тем, что исследовался очень небольшой диапазон длинных волн спектра с одинаковым тепловым эффектом лучей.

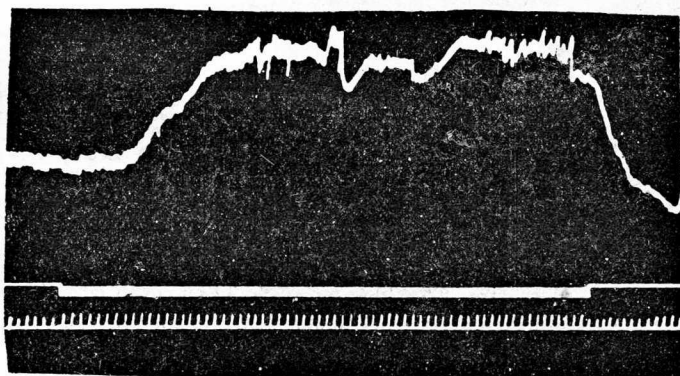


Рис. 3. Обознач. те же, что и на рис. 1.

Облучение различных областей тела животного показало, что реакция наступает не только при облучении живота, но также и при облучении конечностей. Последние оказались значительно более чувствительными к лучистому теплу. Минимальная площадь, дающая при облучении кожи живота подъем кровяного давления, равняется 40—50 см², в то время как на конечностях даже облучение подушек лапок (4—5 см²) дает такую же реакцию. Очевидно, это объясняется богато развитой чувствительной иннервацией кожи конечностей. Как видно из приведенных кимограмм, поднимается как максималь-

ное, так и минимальное кровяное давление. Это может происходить или за счет сокращения сосудов при неизменной работе сердца, или



Рис. 4. Обознач. те же, что и на рис. 1.

за счет увеличения работы сердца при неизменном тонусе сосудов, или же за счет изменений того и другого одновременно. При быстрой записи давления тонографом не обнаруживается заметных изменений в работе сердца (рис. 5) что очевидно дает возможность объяснять изменения давления, главным образом, за счет сужения сосудов.

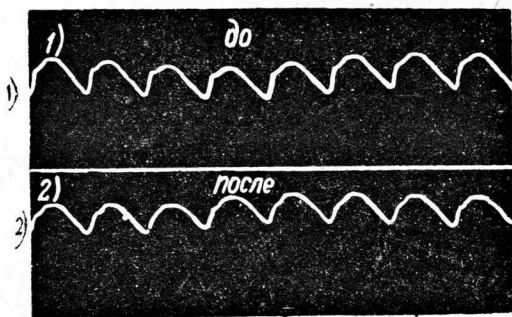


Рис. 5. Вверху — определение тонуса сосудов до подъема. Внизу — после подъема кров. давл.

что децеребрированные животные давали такую же реакцию, как и животные с нетронутой центральной нервной системой, находившиеся

Для выяснения пути происхождения колебаний кровяного давления производилось изучение влияния чистой энергии на децеребрированных, декапитированных животных и на препарате Elliott. Эта часть работы показывает,

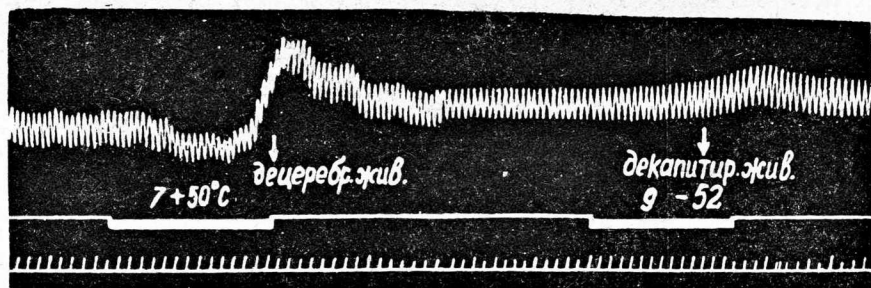


Рис. 6. Изменение кров. давл. на децеребр. и декапит., животном. Обознач. те же, что и на рис. 1.

под наркозом. На декапитированном животном получаются такие же закономерные изменения, но величина и быстрота реакции значительно меньше (рис. 6).

При облучении животного с разрушенным спинным мозгом (препарат Elliott) никаких изменений в кровяном давлении нет (рис. 7).

То же самое дает и облучение денервированной конечности у децеребрированного животного (рис. 8).

Таким образом реакция сосудистой системы на лучистое раздражение является реакцией рефлекторного происхождения. Сравнение кривых, полученных на децеребрированных и спинальных животных, показывает на главенствующую роль в этом отношении главного

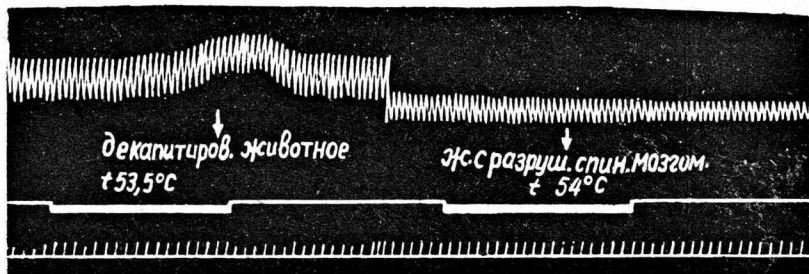


Рис. 7. Обознач. те же, что и на рис. 1.

вазомоторного центра (меньшая величина и большая медленность подъема у спинальных животных).

Рефлекторный характер процесса доказывает также изменение давления лишь при определенном нагреве кожи, быстрое падение давления с прекращением облучения в небогатой сравнительно сосудами конечности и отрицательный результат после денервации конечности. Все приведенные данные доказывают, что в условиях опыта была исключена возможность прямого непосредственного действия



Рис. 8. Обознач. те же, что и на рис. 1.

лучей на сосудистую стенку и влияния через повышение температуры оттекающей крови. Опыты ряда авторов, изучавших влияние конвекционного тепла на сердечно-сосудистую систему, также установили рефлекторный характер изменений кровообращения в условиях их опытов (Ranoth, Winkler, O. Müller, Парин, Полосухин, Черниговский и др.)

1. При тепловом воздействии лучистой энергии на организм имеется изменение артериального кровяного давления в сторону повышения.

2. Повышение давления начинается при определенном прогреве тканей и по достижении определенной температуры кожи.
3. С прекращением облучения сразу прекращается изменение кровяного давления с сравнительно быстрой реституцией.
4. Имеющее место изменение давления зависит от рефлекторных влияний.
5. Различные диапазоны длинноволновых тепловых лучей дают одинаковую реакцию со стороны сосудистой системы.

Поступило в редакцию
7 июля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

Блинова, Завалишина, Коштоянц. Труды Ин-та по изуч. проф. бол. им. Обуха, в. 1, 1934. — Winkler. Sitz. Ber. d. Wiener Akad. d. Wiessensch., Bd. III (3), S. 75, 1902 (цит. по Tigerstedt). — Диев В. Д. — Труд и здоровье рабочих прокатных цехов Верх-Исетского завода, 1930. — Müller O. Deutsches Archiv f. klin. Medizin, Bd. 105, S. 10 (цит. по Tigerstedt). — Замаховская Э. М. Труд и здоровье рабочих прокатных цехов Верх-Исетского завода. 1930. — Лека и Картман. Труды и материалы Укр. Ин-та Гиг. и Патол. Труды, вып. 7, 1928. Маршак М. Е. Гигиена труда № 4—8, 1926. Paneth. Zbltt f. Physiol., Bd. I, S. 272, 1887 (цит. по Tigerstedt). Смелянский. Гигиена труда № 7—8, 1926. Стожкова-Гольдфарб — Труды научно-исслед. секции охр. труда Л-гр. Г. О. Т., т. I, 1927. — Tigerstedt, R. Die Physiologie des Kreislaufes, 4 Bd. 1923. — Шевелюхин Д. А. Труды Ин-та по изуч. проф. бол. им. Обуха, в. 1, 1934. — Парин В. В., А. П., Полосухин, В. Н. Черниговский. Труды Свердловск. И-та Эксперим. Мед. 1935.

WIRKUNG DER WÄRMESTRAHLENENERGIE AUF DEN BLUTDRUCK

Von P. M. Starkow

Aus der Physiologischen Abteilung des Instituts für Experimentelle Medizin zu Swerdlowsk
(Vorstand — Prof. W. W. Parin)

1. Bei der Wärmeeinwirkung der Strahlenergie auf den Organismus wird eine Veränderung des arteriellen Blutdruckes zur Seite der Erhöhung beobachtet.
2. Die Druckerhöhung beginnt bei einem bestimmten Durchwärmungsgrad der Gewebe und nach der Erreichung einer bestimmten Temperatur der Haut.
3. Mit dem Aufhören der Bestrahlung hört auch die Veränderung des Blutdruckes auf, mit einer relativ raschen Restitution.
4. Die stattfindende Druckveränderung hängt von reflektorischen Einflüssen ab.
5. Ein verschiedenes Diapason der lang-welligen Wärmestrahlen ergibt die gleiche Reaktion von seiten des Gefäßsystems.

ПОВЫШАЕТСЯ ЛИ ГАЗООБМЕН ПРИ ТОНУСЕ?

Е. К. Жуков

Из отделения сравнительной физиологии ВИЭМ (зав. — проф. Е. М. Крепс) и Севастопольской Биологической станции Акад. наук СССР

I

Вопрос об интимном механизме тонического сокращения, о сходстве и различиях между тонусом и тетанусом до сих пор является предметом оживленной дискуссии, выявившей два основных взгляда. С одной стороны Bethe, Uexküll, Grützner, Parnas, Biedermann и др., исследуя гладкую мускулатуру беспозвоночных, пришли к выводу: 1) что длительные сокращения, развиваемые этими мышцами, в отличие от тетануса скелетной мышцы, имеют слитный, неколебательный характер; 2) что во время этого длительного напряжения, когда мышца в течение многих дней и даже недель может противостоять растягивающему грузу в несколько килограмм, в ней не происходит никакого усиления обмена веществ и энергии; 3) что в связи с отсутствием повышения обмена, тоническая мышца не утомляема.

Столь кардинальные различия между характером сокращения гладких тонических мышц и мышц поперечнополосатых, по мысли Uexküll, Bethe и др., являются следствием того, что интимный механизм тонуса принципиально отличен от суперпозиционного механизма тетануса. Была сформулирована теория; „Sperr-mechanismus“ — „запирающего механизма“, где состояние тонического напряжения аналогизировалось состоянию шестерни, зубец которой зацеплен собачкой и которая благодаря этому может без какой-либо затраты энергии противостоять силе, стремящейся ее повернуть. В связи с этим стали различать два разных типа мышц — мышцы тетанические и мышцы тонические, а когда было обнаружено, что одна и та же мышца в нормальных условиях организма может развивать как тонические напряжения, так и фазные тетанические сокращения — те и другие стали приписывать различным гистологическим элементам: тонус стали считать функцией саркоплазмы, а тетанус — функцией миофибрилл.

Теория „Sperrung“ в настоящее время находит многочисленных сторонников, по преимуществу среди немецких физиологов. Обзорные статьи о тонусе Risset и Spiegel в Bethe's Handbuch всецело базируются на понимании тонуса, как механического закрепления мышц на новой длине, или на новом напряжении. Так, в статье Risset мы читаем: „когда говорится о мышечном тонусе, речь идет о функциональных длительных сокращениях или напряжениях, которые вследствие отсутствия всех явлений, сопровождающих деятельность мышцы, могут рассматриваться как положения равновесия или покоя“.

Однако, эта точка зрения не является единственно возможной. Еще в 1904 г. Otto Frank, развивая идеи Fick, высказал мысль, что различия тонуса и тетануса определяются различной длительностью элементарных одиночных сокращений, из которых складывается и тот и другой. Не трудно убедиться, что чем длительнее протекает каждое слагающее сокращение, тем меньше их требуется в единицу времени, чтобы суммарное сокращение было слитным. Таким образом, тонус по Frank есть тетанус, слагающийся из медленно протекающих очень редких элементарных сокращений. Отсюда была бы понятна и высокая экономичность тонуса — чем меньше требуется отдельных приступов возбуждения, тем меньше будет суммарная трата вещества и энергии.

В наши дни эта унитарная точка зрения разрабатывается по преимуществу английскими физиологами. Изучая вязко-эластические свойства поперечнополосатых и гладких

мышц, Hill (1926) со своими сотрудниками пришел к выводу, что различия между этими сократительными тканями зависят „не от мистической разницы их механизмов“ но скорее от количественных физико-химических особенностей тех материалов, из которых построена их протоплазма.

Ritchie, допуская, что затрата энергии на одиночное сокращение запирающей мышцы моллюска *Venus* та же, что и для сарториуса лягушки, и принимая во внимание, что первая сокращается в 10 000 раз медленнее чем вторая, подсчитал, что того количества энергии, которое расходует скелетная мышца, поддерживая данный груз в течении одной минуты, запирающей мышце моллюска для поддержания того же груза хватит примерно на трое суток! При этом получается, что тоническая мышца *Venus* может поддержать максимальное напряжение не более чем удваивая метаболизм покоя, тогда как максимальное напряжение скелетной мышцы лягушки сопровождается усилением метаболизма в 10—15 раз! Таким образом, одной только разницы в „шкале времени“ элементарных процессов сокращения достаточно, чтобы обеспечить поразительную экономичность тонуса по сравнению с тетанусом, хотя как тот, так и другой, слагаются одинаково путем накладывания одиночных сокращений.

Основной работой, доказывавшей отсутствие повышения обмена веществ при развитии тонуса, была работа Parnas. Он сравнивал поглощение O_2 и отдачу CO_2 у пластинчатожаберных моллюсков *Venus*, *Cytherea* и *Pecten* в условиях „покоя“, т. е. когда мышцы, замыкающие раковину, противодействовали лишь тяге со стороны эластической связки, соединяющей обе створки и в условиях добавочного отягощения мышц грузом. При отягощении Parnas не нашел ни повышения поглощения O_2 , ни повышения отдачи CO_2 .

Однако, против методики, которой он пользовался, можно сделать ряд возражений. Во-первых, точность метода Winkler, по которому определялось поглощение O_2 , и, в особенности, точность метода определения CO_2 — не высока. Во-вторых, в работе не указывается ход выполнения анализа на кислород, между тем детали процесса, — способ набирания исследуемой воды в склянки, способ перемешивания воды в сосуде с животными и т. д., — имеют весьма важное значение. В-третьих, моллюски в приборе Parnas сидели с плотно закрытыми створками, что, вероятно, создавало условия недостатка кислорода. Об этом свидетельствует как высокий, доходящий почти до 2, дыхательный коэффициент, определенный Parnas, так и мои контрольные опыты.

Для понимания природы тонуса представляет большой интерес воспроизвести опыты Parnas в более точной методике, тем более, что к настоящему времени есть ряд данных, с несомненностью свидетельствующих о повышении обмена веществ при тонусе. Так О. Sönnheim и Uexküll, подвешивая progressively возрастающие грузы к тонически сокращенному телу пиявки, могли констатировать параллельно возрастающее поглощение O_2 . Крепс, Борсук и Вержбинская нашли, что при деятельности запирающей мышцы *Pecten* происходит распад аргинин-фосфата и накапливается молочная кислота. Bozler в лаборатории Hill, исследуя теплопродукцию гладких мышц ретрактора глотки виноградной улитки, нашел, что длительные сокращения этих мышц всегда сопровождаются выделением тепла. Теплопродукция развивается в 2 фазы: отношение начального тепла к задержанному 1:1. Об односторонности интимного механизма тонуса и тетануса свидетельствует также тот факт, что изометрический коэффициент тепла тонических мышц оказался практически тот же, что и для сарториуса лягушки.

II

Опыты ставились на обычных наших пресноводных моллюсках — *Anadonta* и *Unio* и на морских моллюсках *Tapes rugatus* и *Mytilus galloprovincialis*. Раковина этих животных замыкается двумя запирающими мышцами, которые все время находятся в большей или меньшей степени тонуса, противодействуя тяге эластической связки, соединяющей обе створки раковины. Под влиянием какого-либо раздражения происходит рефлекторное захлопывание раковины; если же раздражение было значительно, то усилившееся тоническое напряжение может поддерживаться в течение многих минут, а иногда и часов. Замыкательная мускулатура иннервируется от церебрального и висцерального ганглиев, причем церебральный ганглий может регулировать степень тонического напряжения.

Опыты с *Unio* и *Anadonta* проводились в Ленинграде весной, на животных, пребывавших всю зиму в анабиозе, и осенью. Обычно температура окружающей среды была 10—15°. Опыты с *Tapes* и *Mytilus* ставились в Севастополе летом, на экземплярах выловленных прямо из моря и пролежавших в аквариуме не более 5 дней. На животных, сидевших в аквариуме большой срок, результаты получались менее отчетливые. Температура окружающей среды в этой серии опытов была около 23°.

Дыхание определялось дифференциальным микрореспирометром Kroggh. Прибор этот состоит из 2 сосудов, соединенных между собою манометром. В один сосудик

помещается исследуемое животное и смоченный щелочью кусочек фильтровальной бумаги для поглощения образующейся CO_2 . В другой сосуд наливается вода в объеме равном объему объекта + объем щелочи. Когда система герметически закрыта, то, благодаря поглощению животным кислорода, давление газа в первом сосудике понижается. В результате этого мениски керосина, которым наполнен манометр, сдвинутся на некоторую определенную величину. Капилляр манометра калиброван; зная данные калибровки, объем газового пространства над одним и над другим мениском, температуру опыта и атмосферное давление, можно вычислить, поглощению какого количества O_2 соответствует данный сдвиг манометра.

Точность метода Winkler, которым пользовался Рагпас для определения поглощения O_2 , не превышает $\pm 0,01 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на литр воды. Так как каждый результат получался путем сравнения данных 4 анализов, то точность метода уменьшалась в 4 раза — до $\pm 0,04 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ или до $\pm 0,06 \text{ мг O}_2$. В моем приборе сдвиг менисков на 1 мм соответствовал, в среднем, поглощению $1,3 \text{ мм}^3 \text{ O}_2$. Так как, пользуясь лупой, я мог делать отсчеты до 0,1 мм, то точность моего прибора была $\pm 0,13 \text{ мм}^3 \text{ O}_2$ или $\pm 0,0002 \text{ мг O}_2$. Имея в виду, что для каждого определения величины поглощаемого O_2 я должен был сделать 2 отсчета, а для определения разницы в поглощении O_2 нужно было сделать минимум 2 определения, точность метода уменьшалась в 4 раза, т. е. до $\pm 0,0008 \text{ мг O}_2$, и все же она была в 75 раз выше, чем точность метода Рагпаса.

В сосудик микрореспирометра помещался целый моллюск; объем его обычно был около 5 см^3 . В период наблюдения животное находилось во влажном воздухе. В перерывах между наблюдениями оно помещалось на 30 мин. в воду. Как показывают контрольные опыты, дыхание „покоящегося“ моллюска при повторных помещениях его в сосудик оставалось довольно постоянным (см., например, опыт № 17—III-IV-V).

Когда створки закрыты, полость раковины полностью разобщена от полости сосудика. Чтобы устранить это обстоятельство, несомненно препятствующее правильному отображению хода газообмена и затрудняющее доступ O_2 к тканям животного, я за час до опыта выламывал часть свободного края створки, благодаря чему полость раковины оказывалась сообщенной с внешней средой широким отверстием. Эта операция „повышала“ дыхание примерно на 50%.

Поглощение O_2 в периоды „покоя“ сравнивалось с поглощением O_2 в периоды отягощения того же экземпляра. Отягощение запирательных мышц производилось с помощью пружины, кольцеобразно охватывавшей раковину и своими загнутыми концами зацеплявшей за створки (см. рис. 1). Сила тяги пружины определялась тем грузом, который, будучи подвешен к одному из ее концов (другой конец закреплен), стягивает ее до отмеченного в опыте прогиба А.

Имелся набор пружин с растягивающей силой от 25 до 250 г. Сила сопротивления мышц этим пружинам была в 4 раза больше, ибо створки раковины образуют рычаг, причем плечо, за которое тянут мышцы у *Tapes*, в 4 раза меньше плеча, на которое действует пружина.

Тот факт, что несмотря на приложенную тягу, раковина не приоткрывается, свидетельствует, что в ответ на отягощение тоническое напряжение запирательных мышц эквивалентно возрастая, вероятно, в порядке рефлекс. Правда, в некоторых случаях, когда пружина была сильна, раковина за время опыта приоткрывалась, следовательно запирательные мышцы несколько растягивались (на 0,5 — 2,0 мм). Однако, даже и в этих случаях мышцы непрерывно тонически противодействовали дальнейшему растягиванию, ибо по снятии пружин со створок раковина немедленно закрывалась, а концы пружины расходились значительно дальше. В общем, к концу таких опытов напряжение падало максимум на 50% (см., например, опыты № 7 и № 8).



Рис 1.

III

Полученные данные можно разбить на две группы. С одной стороны, опыты, произведенные в Ленинграде на *Unio* и *Anadonta* дали разноречивые результаты: из 13 опытов в пяти при отягощении наблюдалось повышение поглощения O_2 , в четырех оно было неизменно, а в остальных четырех — наблюдалось даже понижение газообмена, несмотря на явное возрастание напряжения мышц.

Севастопольские опыты, наоборот, дали вполне отчетливые результаты: отягощение запирательных мышц *Tapes* и *Mytilus* всегда сопровождалось повышением поглощения кислорода.

Привожу несколько примеров.

Опыт № 7 — 13/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	2 часа	23,0	0,1925	Без нагрузки. Раковина приоткрыта на 1 мм. Отягощение пружиной с тягой = 100 г в начале и уменьш. до 70 г к концу. Раковина раскрывается от 1 мм в начале и до 2,5 мм к концу наблюдения.
I	2 "	23,5	0,3144	
III	2 "	23,8	0,2280	Мышцы подрезаны. Раковина раскрыта на сильно на 2,5 мм.

Возрастание газообмена при отягощении = 63%

Опыт № 8 — 14/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	1 ч. 30 м.	23,4	0,1052	Без нагрузки. Отягощение пружинами с тягой уменьшающейся от 100 г в начале и до 50 г к концу. Раскрытие раковины возрастает от 0 до 2 мм.
II	1 " 30 "	23,8	0,1372	
III	1 " 30 "	24,0	0,0794	Участки раковины, к которым прикреплены мышцы, отделены. Средняя часть раковины широко раскрыта.

Возрастание газообмена при отягощении = 32%

Опыт № 13 — 19/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	1 ч. 30 м.	23,0	0,0858	Без нагрузки. Раковина закрыта. Отягощение пружиной с тягой от 150 г в начале и до 100 г к концу. Раковина приоткрылась на 2 мм.
II	1 " 30 "	23,0	0,1254	
III	1 " 30 "	23,0	0,0976	Без нагрузки. Раковина закрыта. Отягощение пружиной с тягой = 25 г. Раковина закрыта.
IV	1 " 30 "	23,0	0,1114	

Возрастание газообмена при отягощении 150 — 100 г = 56%, и при отягощении 25 г = 16%.

Опыт № 17 — 23/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	1 час	21,8	0,0626	Без нагрузки. Раковина закрыта.
II	1 "	21,9	0,0804	Пружина с тягой = 25 г. Раковина закрыта.
III	1 "	22,0	0,0688	Без нагрузки. Раковина закрыта.
IV	1 "	22,5	0,0676	" " " "
V	1 "	22,7	0,0680	" " " "

Возрастание газообмена при отягощении в 25 г = 28%

Опыт № 20 — 26/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	1 час	22,3	0,1110	Без нагрузки. Раковина приоткрыта на 3 мм.
II	1 "	22,3	0,1108	Без нагрузки. Раковина приоткрыта на 1 мм.
III	1 "	22,3	0,1446	Отягощение пружиной со средней тягой = 40 г. Раковина приоткрывается до 3 мм.
IV	1 "	22,3	0,1104	Без нагрузки. Раковина раскрыта на 3 мм.
V	30 мин.	22,3	0,2800	Периодические захлопывания створок. На ногу положена бумажка, смоченная серной кислотой. Створки плотно замкнуты.

Возрастание газообмена при отягощении в 40 г = 30%

Опыт № 14 — 20/VIII-34

Mytilus galloprovincialis

№№	Длительность наблюдений	t°	Поглощение O ₂ животным в мг	Примечания
I	1 ч. 30 м.	22,0	0,0860	Без нагрузки. Раковина закрыта
II	1 " 30 "	22,0	0,1254	Отягощение пружиной с тягой = 250 г. Раковина к концу приоткрылась на 1 мм
III	1 " 30 "	22,0	0,0848	Без нагрузки. Раковина закрыта
IV	1 " 30 "	21,8	0,1080	Пружина = 250 г. Раковина закрыта

Возрастание газообмена при первом отягощении в 250 г = 46%, при втором = 28%.

Данные опытов с *Tapes* можно свести в следующую таблицу:

№ опыта	Напряжение, развиваемое мышцами (с учетом плеч рычага) в г	Возрастание поглощения O ₂ в мг
13 (1)	600 — 400	0,0396 (на 56%)
7	400 — 200	0,1218 (на 63%)
8	400 — 200	0,0320 (на 32%)
20	120	0,0338 (на 30%)
17	100	0,0178 (на 28%)
13 (2)	100	0,0138 (на 16%)

Из приведенных протоколов и таблицы вытекает следующее:

1. Возрастание поглощения O_2 при отягощении мышц выражено совершенно ясно; при этом, чем больше тяга пружины, тем больше возрастание газообмена. Примем во внимание, что вес запирательных мышц составляет около $\frac{1}{10}$ веса тела моллюска. Если принять вместе с Рагнас, что дыхание покоящихся мышц вдвое интенсивнее чем у остальных тканей тела, тогда окажется, что из всего измеряемого нами поглощения O_2 „в покое“ на долю запирательных мышц приходится около 20%. Между тем, возрастание поглощения O_2 при отягощении должно быть приписано только самим запирательным мышцам. Следовательно, указанные выше проценты усиления поглощения O_2 придется еще увеличить в 5 раз. Таким образом при возрастании тонического напряжения дыхания запирательных мышц может возрастет в 1,5—3 раза.

2. Вес обеих запирательных мышц одного животного равен в среднем 0,5 г. Так как весь моллюск в покое поглощает в среднем 0,1 мг O_2 в час, из которых на долю запирательных мышц приходится 20%, то отсюда легко вычислить, что 1 г запирательной мышцы в покое поглощает около 0,04 мг O_2 в час. Это дыхание почти равно дыханию покоящейся скелетной мышцы лягушки: по Meyerhof сарториус лягушки поглощает в покое при 22° 30 мм³ O_2 на 1 г в час, или около 0,05 мг.

3. Абсолютные величины дыхания целого моллюска, приведенные к единице веса тела, в общем сходятся с данными Рагнас. Абсолютные величины усиления дыхания (в среднем около 0,04 мг O_2) лежат на пределе точности метода Рагнас (равной $\pm 0,06$ мг O_2).

Следует отметить одно наблюдение, сделанное мимоходом. В опыте № 20 имело место чрезвычайное возрастание газообмена (в 5 раз!) после наложения на ногу кусочка фильтровальной бумаги, смоченной серной кислотой. Связано ли это повышение дыхания с рефлекторным усилением тонуса — раковина действительно была плотно замкнута — или же с какими-либо иными процессами — решить пока затруднительно.

Против возможного толкования этих опытов, как выражения возросших энергетических затрат на поддержание более высокой степени тонуса, можно выставить ряд возражений. Во-первых, часто, под влиянием непрерывной тяги со стороны пружины, створки раковины за время опыта немного приоткрываются — на 1—3 мм. Вследствие этого раздвигаются складки между мантией, жабрами и ногой и, стало быть, общая поверхность соприкосновения тела с воздухом несколько возрастает. Может быть повышение газообмена обусловлено именно этим фактором?

Однако, имеется ряд опытов, когда повышение газообмена наблюдалось и без раскрытия створок (например опыты № 17 — I-II-III; № 14 — I-III-IV; № 13 — I-III-IV). Для более детального анализа этого вопроса мною были поставлены следующие контрольные опыты. Перерезая места прикрепления мышц к раковине, или же отламывая края створки с прикрепленными к ней мышцами от всей остальной части створки, я получал возможность раскрывать раковину как угодно широко, без какого-либо растяжения мышц. Все опыты этого рода свидетельствуют, что увеличение поверхности тела животного не играет сколько-нибудь существенной роли в повышении газообмена при отягощении мышц.

Опыт № 9 — 15/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Общий сдвиг в манометре в мм	Примечания
I	1 ч. 30 м.	23,2	43,4	Запирательные мышцы подрезаны у основания за 30 мин. до опыта. Раковина закрыта Расстояние между краями раковины = 1 мм Расстояние увеличено до 2,5 мм
II	1 " 30 "	23,4	48,7	
III	1 " 30 "	24,0	41,2	

Опыт № 16 — 22/VIII-34

Tapes rugatus

№№	Длительность наблюдений	t°	Общий сдвиг в манометре в мм	Примечания
I	1 час	21,5	45,0	Операция та же, что и в опыте № 9. Раковина закрыта Расстояние между краями раковины = 1 мм Расстояние увеличено до 3 мм
II	1 "	21,7	45,1	
III	1 "	21,9	42,5	

(См. также опыты: № 7 — I-II-III и № 8 — I-II-III).

Вторым существенным возражением может явиться тот факт, что при указанном выше удлинении мышц (ведь приоткрывание раковины и является выражением именно этого обстоятельства) возрастает их боковая поверхность. Не происходит ли повышение поглощения O_2 , которое мы наблюдаем при усилении тонуса, в силу облегченного доступа O_2 в мышцу, благодаря возросшей диффузионной поверхности?

Очевидно, решающим ответом на этот вопрос может явиться исследование газообмена при изометрическом режиме мышечной деятельности. Среди моих опытов имеется ряд таких, когда мышца могла сопротивляться растягивающей силе пружины не изменяя своей длины. И во всех этих случаях, параллельно с возрастанием напряжения мышцы, возрастало и потребление O_2 (см., например, опыты: № 20 — I, III-IV; № 17 — I-II-III; № 14 — I, III-IV; № 13 — I, III-IV). Имеются, наоборот, и такие факты, когда при переменной длине мышцы (например при самопроизвольном изменении ширины раствора раковины покоящимся животным) газообмен не меняется (например опыты № 20 — I-II-IV). Следовательно, усиление поглощения O_2 не связано с увеличением диффузионной поверхности мышцы. Очевидно, оно действительно свидетельствует о повышении интенсивности дыхания, о возросших энергетических затратах на поддержание возросшего тонического напряжения.

К такому же выводу пришла и Н. А. Вержбинская в нашей лаборатории. Она изолировала заднюю запирательную мышцу *Tapes*, но так, что сохранился иннервирующий ее висцеральный ганглий, и нашла при отягощении этой мышцы повышение поглощения O_2 , которое при нагрузках в 35—100 г достигало 50% и выше. При

этом тщательная регистрация длины мышцы до и после приложения груза и сопоставление ее с возрастанием поглощения O_2 показало, что увеличение газообмена стоит в прямой зависимости от увеличения нагрузки и не может быть сведено к облегчению диффузии O_2 вследствие увеличения длины мышцы.

IV

Итак, более точные методы позволяют констатировать небольшое, но вполне реальное повышение метаболизма при усилении тонического напряжения. Правда, эти энергетические затраты очень невелики. Как было показано, запираательные мышцы *Tapes* в покое поглощают за час около $0,02 \text{ мг } O_2$. Мы видели также, что при отягощении в 400 г их дыхание возрастало в среднем в $1\frac{1}{2}$ раза, т. е. только до $0,03 \text{ мг } O_2$ за час. С другой стороны, из тепловых измерений следует, что сарториус лягушки, поддерживая напряжение, выделяет за одну сек. $35 \times 10^{-6} \text{ cal.}$ на 1 см своей длины и на 1 г напряжения. При сжигании углеводов $1 \text{ см}^3 O_2$ продуцирует 5 cal. Следовательно сарториус в течение одной секунды потребляет $7 \times 10^{-6} \text{ см}^3 O_2$ на 1 см длины и на 1 г напряжения. Тогда сарториус, длиной в 0,5 см (средняя длина запираательных мышц *Tapes*), поддерживая в порядке тетануса груз в 400 г в течение одного часа израсходовал бы $10 \text{ см}^3 O_2$ или $14,8 \text{ мг } O_2$, т. е. в 500 раз больше, чем запираательная мышца *Tapes*. Однако, столь большая разница в стоимости напряжения отнюдь не говорит о принципиальном различии механизмов тонуса и тетануса. Напротив того, если принять, что тонус, так же как и, тетанус, складывается путем супер-позиции одиночных сокращений, и если иметь в виду, что длительность одиночного сокращения сарториуса = 0,1 сек., а одиночное сокращение запираательной мышцы моллюска длится минутами, то получившаяся разница в газообмене скорее слишком мала.

Однако, остановиться на определении тонуса, как тетануса, слагающегося из очень растянутых одиночных сокращений, значит подчеркнуть лишь то общее, что есть у этих форм мышечной деятельности, но вместе с тем сильно схематизировать действительность, отвлекаясь от ряда весьма существенных и характерных особенностей. Так, например, в другой работе я показал, что вязко-эластическое сопротивление растяжению запираательных мышц *Unio* чрезвычайно возрастает под влиянием нервных импульсов. Эта усилившаяся сопротивляемость деформации удерживается в течение многих минут после раздражения и сохраняется даже после изолирования мышц из тела. Обратно, нервный же импульс может резко уменьшить вязко-эластическую сопротивляемость. Таким образом, нервный импульс вызывает не только преходящие процессы возбуждения, но он может также изменить на длительное время сам рабочий механизм, адаптируя его к новым условиям деятельности. Совершенно очевидно, что возрастающие по ходу работы вязко-эластические сопротивления растяжению облегчают поддержание длительных напряжений и сильно удешевляют их.

С другой стороны, Vozler показал, что „коэффициент экономичности поддерживаемого напряжения“ = $\int T dt / H$ (где T — напряжение, l — длина волокон, t — время и H — начальное тепло) для тонических мышц беспозвоночных вообще значительно больший, чем для сарториуса лягушки, уже в процессе их весьма умеренной работы возра-

стает в 15 и более раз! Это связано с замедлением протекания элементарных сокращений, составляющих тонус, что происходит по ходу самой работы, вероятно в порядке рефлекс.

Таким образом, сама работа создает условия для возможно более длительного поддержания груза при одновременном уменьшении энергетических затрат. Пережитая мышцей история налагает весьма существенный отпечаток на процессы, протекающие в ней в данный момент; и это обстоятельство необходимо учитывать. Вероятно, именно этим определяются те расхождения в величине дыхания, которые иногда наблюдаются на животных одного и того же вида и в одних и тех же методических условиях, — например, наши разноречивые данные о дыхании *Unio* и *Anadonta*.

Выводы

1. Было обследовано дыхание пластинчатожаберных моллюсков *Tapes*, *Mytilus*, *Anadonta* и *Unio* в условиях „покоя“ и при отягощении запирательных мышц различными грузами.

2. Поглощение O_2 регистрировалось с помощью микрореспирометра Krogh. Точность методики была около $\pm 0,0008$ мг O_2 , т. е. в 75 раз выше, чем в работе Parnas.

3. Дыхание покоящейся мышцы равно около 0,04 мг O_2 на 1 г за час, т. е. почти равно дыханию скелетной мышцы лягушки.

4. При отягощении дыхание моллюсков возрастало на 15—60%, что при пересчете на запирательные мышцы дает усиление в $1\frac{1}{2}$ —3 раза. Чем больше приложенное отягощение, тем отчетливее выражено усиление дыхания.

5. Приведены примерные расчеты, показывающие большую экономичность тонуса по сравнению с тетанусом (в 500 раз).

6. Приведены доказательства в пользу того, что усиление поглощения O_2 не связано ни с увеличением поверхности соприкосновения тела моллюска с воздухом, ни с увеличением диффузионной поверхности мышцы при ее растяжении.

7. Полученные данные говорят против теории „Sperrung“, рассматривающей тонус как другой уровень покоя, в котором усилившееся напряжение или сокращение поддерживается без всяких энергетических затрат. Более вероятно, что тонус складывается подобно тетанусу, но из одиночных сокращений, сильно растянутых и очень редких, чем и объясняется его удивительная энергетическая „дешевизна“.

Пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность зам. директора Севастопольской биостанции В. А. Водяницкому за помощь при проведении настоящей работы.

Поступило в Редакцию
17 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Bethe. Pflüg. Arch. 142, 291, 1911. — Biedermann. Pflüg. Arch., 102, 503, 1904. — Bozler. J. of Physiol. 69, 442, 1930. — O. Cohnheim u. Uexküll. Z. f. Physiol. Chem. 76, 314 1911/12. — O. Frank. Ergebn. d. Physiol. 3, II Abt., 495, 1904. — Grützner. Ergebn. d. Physiol. 3, II Abt., 12, 1904. — Hill. Proc. Roy. Soc. B. 100, 108, 1926. — Hill u. Hartree. J. of Physiol. 55, 133, 1921. — Parnas. Pflüg. Arch. 134, 441, 1910. — Risser. Bethe's Handb. d. norm. u. path. Physiol. VIII, I Abt. 1928. — Ritchie. The Comparative Physiol. of Muscul. Tissue, 1928. — Spiegel. Bethe's Handb. d. norm. u. path. Physiol. IX, 711, 1929. — Uexküll. Z. f. Biologie. 58, 305, 1912. — Борсук, Крепс и Вержбинская. Физиол. журн. СССР. 16, 782, 1934. — Вержбинская (готовится к печати). — Жук ов (готовится к печати).

WIRD DER GASWECHSEL BEIM TONUS ERHÖHT?

Vom E. K. Schukow

Aus der Abteilung für vergleichende Physiologie des Instituts für Experimentelle Medizin und aus Biologische Station Akad. d. Wissensch. U. d. SSR in Sewastopol (Vorstand — Prof. E. M. Kreps).

1. Es wurde die Atmung der Lamellibranchien *Tapes*, *Mytilis*, *Anadonta* und *Unio* im Ruhezustand und bei der Belastung der Sperrmuskeln mit verschiedenen Lasten untersucht.

2. Die O_2 -Aufnahme wurde mit Hilfe eines Krogh'schen Mikrorespirometers registriert. Die Genauigkeit der Methodik betrug etwa $\pm 0,0008$ mg O_2 , d. h. das 75-fache im Vergleich zur Arbeit von Parnas.

3. Die Atmung des ruhenden Muskels beträgt etwa 0,04 mg O_2 pro 1 g pro Stunde, d. h. sie ist beinahe gleich der Atmung des Skelettmuskels des Frosches.

4. Bei der Belastung nahm die Atmung um 15—60% zu, was bei der Umrechnung auf die Sperrmuskeln eine Erhöhung um das $1\frac{1}{2}$ -fache und Doppelte ergibt. Je grösser die Belastung, desto deutlicher ist die Erhöhung der Atmung.

5. Wir führen die annähernden Berechnungen an, die eine grössere Oekonomie des Tonus im Vergleich zum Tetanus (um 500 mal) aufweisen.

6. Wir bringen Beweise dafür bei, daß die Verstärkung der O_2 Aufnahme weder mit der Vergrösserung der Berührungsoberfläche des Körpers des Mollusken, noch mit der Vergrösserung der Diffusionsoberfläche des Muskels bei dessen Dehnung verbunden ist.

7. Die erhaltenen Angaben zeugen gegen die Sperrungstheorie, welche den Tonus als ein anderes Niveau des Ruhezustandes auffasst, bei welchem die verstärkte Spannung oder Kontraktion ohne irgendwelchen Energieverbrauch aufrecht erhalten wird. Es ist wahrscheinlicher, daß der Tonus sich, ähnlich wie der Tetanus, dabei aus vereinzelt aber stark gedehnten und sehr seltenen Kontraktionen, zusammenstellt worin dessen merkwürdige energetische „Wohlfeilheit“ Erklärung findet.



Редактор С. М. Дионесов.

Техн. редактор И. В. Чуринов.

Корректор Р. Г. Рейзман.

Сдано в набор 10/IX 1935 г.

Почписано к печати 16/XI 1935 г.

Ленбиомедгиз № 99/л.

Тираж 2100 экз.

Ленгорлит № 31297.

Заказ № 2965

Формат бумаги 72 × 105.

Авт. листов 1639.

(114912 тип. знаков в 1 бум. листе).

Бум. листов 51/8

Цена 2 р. 50

Яклина, И.
Мальсону Н.И.
-ка.

I

