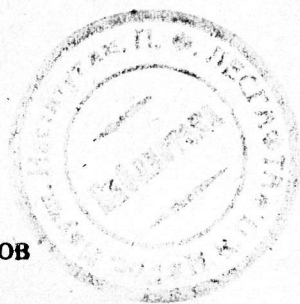


П-1

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

И МЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА



Основатель журнала — И. П. ПАВЛОВ

Редколлегия:

Проф. Ю. М. ГЕФТЕР, проф. Б. И. ЗБАРСКИЙ,
заслуж. деятель науки проф. А. А. ЛИХАЧЕВ,
заслуж. деятель науки акад. Л. А. ОРБЕЛИ,
заслуж. деятель науки акад. А. В. ПАЛЛАДИН,
проф. И. П. РАЗЕНКОВ, заслуж. деятель науки
проф. А. Д. СПЕРАНСКИЙ, акад. А. А.
УХТОМСКИЙ, Л. Н. ФЕДОРОВ (ответ. редактор)

Редакционный совет

- | | |
|--|---|
| 1) Общая и экспериментальная физиология:
Э. Ш. Айрапетянц, проф. И. С. Беритов,
В. С. Брандгендлер, проф. Д. С. Воронцов, проф. П. С. Купалов, А. В. Лебединский, А. В. Тонких, проф. Г. В. Фольбогт, 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. М. Н. Шатерников. |
| | 6) Фармакология:
проф. В. В. Николаев. |

ТОМ XXI, ВЫПУСК 2

инв. 1357

УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ НАРКОМПРОСА РСФСР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ 1936 ОТДЕЛЕНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

В. В. Петровский и Ю. П. Федотов (Астрахань). О влиянии условного рефлекса на безусловный рефлекс	171
И. С. Розенталь (Ленинград). Элементарный двигательный условный пищевой рефлекс у нормальных собак	183
А. Б. Фельдман (Харьков). О различиях в действии химических и электрических раздражений чувствительных нервов на процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе	193
А. М. Мелик-Меграбов (Одесса). О рефлекторной регуляции ритма дыхательного центра	205
В. Б. Либерман, П. А. Некрасов, Н. С. Савченко, А. Д. Слоним и В. С. Фарфель (Ленинград). Изменение газообмена при длительной физической работе как показатель утомления. (Сообщ. I. Изменения газообмена при переноске и стоянии с грузом.)	215
В. Б. Либерман, П. А. Некрасов, Н. С. Савченко, А. Д. Слоним и В. С. Фарфель (Ленинград). Изменение газообмена как показатель утомления при длительной физической работе. Сообщ. II. Изменение газообмена при работе со штангой и опилровке металла.)	229
Н. С. Савченко (Ленинград). Специфически-динамическое действие пищи в покое и при выполнении физической работы	241
Т. И. Белова (Москва). Значение суставно-мышечного чувства и тактильной чувствительности в щеточном производстве	251
З. Г. Атлетова и В. С. Раевский (Москва). Газообмен и реакция сердечно-сосудистой системы при длительном пребывании в противогазе и защитном костюме	255
Е. Э. Гольденберг и В. А. Остроумова (Ленинград). К кинетике осаждения сывороточных коллоидов электролитами на различных возрастных ступенях. (Сообщ. I.)	263
Л. А. Семенов (Оренбург). Электролиз эритроцитов. (Сообщ. V. Действие постоянного тока на эритроциты кур.)	271
Г. Н. Павлов, П. Ф. Солдатенков и Г. И. Цобкалло (Детское Село). Содержание каротина и витамина А в крови и молочном жире коров при различных условиях	283
Г. А. Петровский (Днепропетровск). О механизме действия ряда лекарственных веществ на желчные пути	293
Р. Х. Кулиева и П. Х. Юзбашинская (Баку). Влияние температуры на сахарообразовательную функцию изолированной печени холоднокровных и теплокровных животных	311
А. И. Брусиловская (Ленинград). К вопросу о сравнительной чувствительности различных животных к наркотикам	315
И. И. Котляров (Ленинград). К определению азота по ACEL	317
И. И. Котляров (Ленинград). Применение метода Nicloux-Osuka к определению остаточного углерода крови и углерода мочи, содержащей белок	321

Отв. редактор Л. Н. Федоров.

Технический редактор И. К. Нурмон.

Сдано в набор 16/VI 1936 г.

Подписано к печати 17/VIII 1936 г.

Ленгорлит № 17647.

Тираж 2600 экз.

Печ. лист. 9³/₈.

Заказ № 739.

Формат бумаги 72 × 110 см.

Шифр и № из-ва 82/л.

13,62 авт. л.

Цена 2 р. 50 к.

(51600 тип. зн. в 1 бум. л.).

Бум. л. 47¹/₈.

2-я типография ОГИЗа РСФСР треста „Полиграфкнига“ „Печатный Двор“ имени А. М. Горького
Ленинград, Гатчинская ул., 26.

О ВЛИЯНИИ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА НА БЕЗУСЛОВНЫЙ РЕФЛЕКС

В. В. Петровский и Ю. Г. Федотов

Из физиологической лаборатории (зав. — проф. В. В. Петровский) Астраханского мединститута

Опытами Крестовникова было показано, что образование условного рефлекса при использовании индифферентного агента невозможно, если действию последнего не предшествовало действие безусловного раздражителя. В дальнейшем данные Крестовникова подвергались многократной проверке.

Образование такого условного рефлекса могло служить показателем того состояния, в котором находятся корковые элементы во время действия безусловного раздражителя. Если при наличии безусловно рефлекторной деятельности центр безусловного рефлекса индуцирует торможение, распространяющееся на полушария головного мозга, и если это торможение настолько выражено, что корковая клетка невозбудима — образование условного рефлекса из индифферентного агента невозможно. Иные результаты должны были получиться в том случае, если торможение от безусловного рефлекса неполное или оно не распространяется на всю массу полушарий.

Все авторы, занимавшиеся этим вопросом после Крестовникова, приходят в общем к выводу, что в случаях применений индифферентного агента вслед за безусловным раздражением, условный рефлекс не образуется. Однако некоторые из них указывают, что при известных условиях удается наблюдать образование условного рефлекса и при таком необычном способе сочетаний. В опытах Подкопаева, Крепса, Купалова, Павловой, Виноградова, Петровой и др. сочетавшийся необычным способом с безусловным раздражителем индифферентный агент, испытывавшийся после небольшого количества сочетаний *per se*, обнаруживал свойства условного пищевого раздражителя. Приобретенные свойства условного раздражителя, по мере дальнейших сочетаний, в таком же порядке применяющихся, теряются, и индифферентный агент перестает обнаруживать свойства условного раздражителя. Это обстоятельство способно говорить за то, что при действии безусловного раздражителя корковые клетки, которым „адресуется“ индифферентный агент, не находятся в состоянии полного торможения, полной невозбудимости. Очевидно их возбудимость до известной степени понижена. Нелишне отметить, что в опытах Подкопаева агентом, который приобрел свойства условного раздражителя, был слабый раздражи-

*

тель — местное охлаждение кожи, а величина условнорефлекторного действия покрывавшегося агента в опытах Подкопаева была крайне незначительной — $\frac{2}{3}$ капли за 20 секунд изолированного действия.

В лабораториях акад. И. П. Павлова было показано, что внутреннее и внешнее торможение — качественно идентичные процессы. Фазовые изменения, наблюдающиеся на фоне внутреннего торможения, обнаруживаются и на фоне внешнего. Если принять во внимание существование парадоксальной фазы, в которой могут пребывать корковые клетки во время развития в них торможения от центра безусловного рефлекса, то этим можно объяснить образование условного рефлекса из слабого индифферентного агента. Но, поскольку образование временной связи при „покрытиях“ индифферентного агента безусловным идет с клетки, находящейся в состоянии пониженной возбудимости (resp. торможения), постольку, очевидно, связь эта является непрочной. Образовавшийся в первом периоде „покрытый“ условный раздражитель при повторяющихся сочетаниях теряет положительные свойства и в дальнейшем приобретает тормозные (Подкопаев). Последнее, между прочим, наблюдается и с положительным условным раздражителем после применений его с безусловным (Райт, Соловейчик).

Эти наблюдения заставляют думать, что при известных условиях не исключается возможность образования временной связи не только при таком состоянии корковых клеток, когда они оптимально, „нормально“ возбудимы, но и при наличии в них элементов торможения. Однако это отнюдь не дает оснований утверждать, что выработка условного рефлекса при указанном расположении индифферентного агента и безусловного раздражителя является вполне установленным фактом. Весь тот материал, которым располагает физиология больших полушарий по данному вопросу, говорит более за то, что во время действия безусловного раздражения корковые клетки испытывают такое состояние, которое исключает возможность образования условного рефлекса, и Подкопаев, на опыты которого мы ссылались, в окончательных выводах из своих наблюдений принужден констатировать, что применение индифферентного агента во время действия безусловного не только не ведет к образованию из индифферентного агента условного раздражителя, но этот агент приобретает тормозные свойства.

Наблюдавшиеся случаи приобретения индифферентными агентами свойств условных раздражителей после применений их во время действия безусловного раздражителя можно связывать с какими-нибудь неучитываемыми в опыте моментами. В работе одного из нас (Петровский) мы пытались получить ответ на разбираемый вопрос, применяя вместе с безусловным не индифферентный раздражитель, как то делали все предыдущие исследователи, а отрицательные условные раздражители, у которых тормозные свойства были не резко выражены. Нами применялась условно-тормозная комбинация и хронически полуугашенный условный раздражитель. Исходили мы при этом из предположения, что в первую пору развития внутреннего торможения этот процесс отличается большой лабильностью. Известно, что восстановление даже полностью только-что угашенного рефлекса может совершаться очень легко под влиянием различных моментов. Если бы кора во время действия безусловного раздражителя находилась в состоянии, позволявшем образование условного рефлекса, то применение слабого тормозного раздражи-

теля вместе с безусловным должно было бы вести к некоторому растормаживанию его. Мы, действительно, в случаях „покрытия“ полуугашенного условного раздражителя наблюдали значительное восстановление его. На основании этих опытов мы не могли все же сделать заключение, говорящее о наличии возбудимости коры во время действия безусловного раздражителя, так как покрывавшийся полуугашенный раздражитель, в нашем случае, обладал побочным действием (он принадлежал к разряду очень сильных раздражителей), чего нельзя было не поставить в связь с причиной его восстановления. Это казалось тем более вероятным, что „покрытия“ условно-тормозной комбинации не только не привели к растормаживанию ее, но способствовали еще большему упрочению.

В условиях эксперимента мы не смогли получить достаточно веских данных, говорящих о возбудимости коры головного мозга при безусловнорефлекторной деятельности. Обратное наблюдается в условиях более примитивной действительности. Когда собака ест, она реагирует на появление экспериментатора или лица, за ней ухаживающего, помахиванием хвоста. Этот акт усиливается, если к тому же назвать ее по кличке. Все это происходит без того, чтобы животное отрывалось от еды. О чем могут говорить эти элементарные наблюдения? Само собой понятно, если бы корковые клетки животного во время акта еды были полностью заторможены, указанные явления не имели бы места и животное пребывало бы в состоянии полного индифферентизма к окружающему. Эти наблюдения, а также указания приводимых авторов, видевших приобретение индифферентными агентами свойств условных раздражителей после „покрытий“ их безусловным, и результаты наших опытов с полуугашенным условным раздражителем побудили нас заняться выяснением этого вопроса еще раз.

Мы решили пользоваться несколько иной постановкой опыта. Для опытов служила собака тормозного типа нервной системы по кличке „Казбек“, — старое лабораторное животное с хронической фистулой *gl. parotis*. Перед тем на этой собаке была проведена работа, потребовавшая, наряду с имевшимися пищевыми условными раздражителями на свет, шум, касалку и звонок, выработки еще условного оборонительного рефлекса. Условным оборонительным раздражителем служил метроном — 50 ударов в минуту, безусловным, с ним связанным — раздражение кожи бедра ослабленным с помощью реостата током от городской осветительной сети. Действие тока сопровождалось сильной оборонительной реакцией — стремлением животного вырваться из станка, воем, взвизгиванием. Такой же — в общем — картиной сопровождалось применение метронома. Эти, приводившиеся ранее опыты привели в тот период работы к тому, что животное весьма неохотно шло в камеру и иногда его приходилось силой втаскивать на станок.

Подобного рода отношение животного к камере обнаруживалось и в начале описываемых опытов, к которым мы приступили приблизительно через год после проводившихся раздражений током. За этот промежуток времени животное в станок не помещалось ни разу, и большую часть времени проводило в клетке.

Нашу работу мы начали с того, что старались угасить те рефлексы, которые прочно связали обстановку камеры в мозгу собаки с когда-то проводившимися раздражениями током. Животному ежедневно давался в станке сахарный порошок, смешанный с рыбными консервами. После этой предварительной обработки собаки мы

перешли к обычному ведению опыта с учетом количества слюны. В конце-концов собака была снова приучена к станку. Одновременно восстановились полностью условные рефлексы, т. е. по своим размерам приблизились к рефлексам того времени, когда животное раздражениям током еще не подвергалось.

Условные рефлексы у „Казбека“ не отличались большими размерами, но были довольно постоянны, что видно из протоколов опытов №№ 1 и 2 (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Время		Условные раздражители	Продолжительность условного раздражения (в сек.)	Латентный период секреции (в сек.)	Величина условного рефлекса (в делениях шкалы)	Примечание
часы	мин.					
О п ы т № 1						
1	17	Шум	10	2	24	5 делений шкалы = 1 капле
1	22	Звонок	10	2	25	
1	27	Свет	10	2—3	11	
1	32	Шум	10	2	22	
1	37	Звонок	10	2	24	
О п ы т № 2						
2	9	Шум	10	2	22	
2	14	Свет	10	3	13	
2	19	Звонок	10	2	23	
2	24	Шум	10	2—3	20	
2	29	Звонок	10	2	22	

Следующая часть наших опытов должна была дать ответ на тот вопрос, который нами был поставлен и явился причиной настоящего исследования.

Разрешали мы его таким путем. Ведя обычным способом опыт, т. е. применяя пищевые условные рефлексы и подкрепляя их безусловным, мы в одном из сочетаний через 5 секунд после начала акта еды начинали действовать на животное стуком метронома. При этом мы исходили из заранее сделанного предположения, что если во время действия безусловного раздражителя применение метронома вызовет отрыв собаки от еды, нужно считать, что корковые клетки возбудимы. Обратный результат, по нашему мнению, должен был бы говорить за невозбудимость корковых элементов. Приводим протокол опыта № 3, в котором метроном был впервые применен на фоне безусловного раздражителя (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Время		Условные раздражители	Продолжит. дейст- вия условного раздражителя (в сек.)	Латентн. период секреции (в сек.)	Величина условного рефлекса (в делениях шкалы)	Примечание
часы	мин.					
Опыт № 3						
12	32	Шум	10	1 — 2	23	Применен метро- ном — 50 уд. в мин. При начале действия его акт еды был прерван
12	37	Свет	10	2	10	
12	42	Звонок	10	3	14	
12	47	Шум	10	2 — 3	18	

Как видно, применение метронома во время действия безусловного раздражителя прервало акт еды. Аналогичная картина нами наблюдалась и в других опытах после применения метронома. В связи с подобным действием метронома перед нами встал следующий вопрос: является ли отрыв собаки от еды следствием коркового действия метронома, или результатом его влияний на ниже-расположенные отделы центральной нервной системы? Нельзя было совершенно исключать возможность того, что предварительные, правда, очень давние применения сильного безусловного раздражителя — электрического тока — не могли не повести к возникновению где-нибудь в подкорковых частях центральной нервной системы очага, способного функционировать по принципу так называемой „доминанты“, — очага, который и мог бы определять пути разряда всех других раздражителей, падающих на животное, когда кора полностью выключена благодаря распространению в ней торможения. Последнее привело бы к усилению деятельного состояния доминантного очага, и как следствие этого — затормаживанию пищевого рефлекса.

Желая проверить это маловероятное предположение и тем самым установить возможные методические ошибки, мы поставили ряд опытов, во время которых сочетали с безусловным раздражителем не метроном, а другие условные раздражители. Результаты этих наблюдений приведены в протоколе опыта № 4 (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Время		Условные раздражители	Продолжит. действия условного раздражит. (в сек.)	Латентн. период секрции (в сек.)	Величина условного рефлекса (в делениях шкалы)	Примечание
часы	мин.					
2	2	Шум	10	Опыт № 4	20	Во время еды применен свет: никакого эффекта
2	7	Свет	10		10	Во время еды применен звонок: никакого эффекта
2	12	Звонок	10		24	Применен во время акта еды шум: действия нет
2	17	Шум	10		18	

Ни свет, ни шум, ни звонок, применявшиеся во время действия безусловного раздражителя, не повели к торможению его. Точно так же оказалось неактивным применение с безусловным посторонних, ни с какой специальной деятельностью животного не связанных агентов (табл. 4).

Как видно из протоколов, ни один из раздражителей — условных и посторонних — не вызывал торможения безусловного рефлекса.

Этим свойством обладал только метроном. Частота ударов оказалась совершенно безразличной. Таким образом, допускаемое предположение о возможности функционирования в центральной нервной системе животного доминантного очага, связанного с раздражением током, — очага, деятельность которого могла бы стимулироваться

посторонними раздражителями, при проверке не подтвердилась. Даже раздражители близкие по своим свойствам к метроному — ритмический шум, шум вообще — оказывались при применениях неактивными.

ТАБЛИЦА 4

Время		Условные раздражители	Продолжит. действия условного раздражит. (в сек.)	Латентн. период секреции (в сек.)	Величина условного рефлекса (в делениях шкалы)	Примечание
часы	мин.					
1	34	Звонок	10	Опыт № 5 2	22	Во время еды применен сильный шум — удары в металлический таз: действия нет
1	39	Свет	10	2—3	9	Применен метроном — 100 уд. в мин. Сразу акт еды прерван
1	44	Шум	10	2—3	17	Применен шум — удары в таз: никакого действия
1	49	Звонок	10	2—3	19	Применен метроном — 120 уд. в мин. Акт еды сразу прерван.

В процессе дальнейших применений метронома на фоне действия безусловного раздражителя для сравнения влияния его и других раздражителей стали обнаруживаться изменения в общем поведении животного и в величине условных рефлексов. Размеры последних уменьшались. После действия метронома, которое прерывало акт еды, животное вовсе переставало брать пищу. Ни окрики, ни поднесение сухарного порошка к морде не давали желаемого результата.

Однако секреторный компонент пищевой реакции при этом был налицо. Действие условных раздражителей сопровождалось отделением слюны (правда, по сравнению с нормой, уменьшенным), но собака при повороте кормушки отвертывалась от нее. Одновременно с развитием этих явлений снова, как то было раньше, дало себя знать нежелание животного входить в экспериментальную комнату и прыгать на станок. Это заставило нас отказаться от применения метронома. Мероприятие это не способствовало все же устранению указанных изменений в состоянии собаки. В дальнейших опытах, при наличии секреторной реакции от применяемых условных раздражителей, отказ собаки от еды стал постоянным явлением. Следовательно применения метронома на фоне действия безусловного раздражителя, применения не производившиеся *per se* и всегда прерывавшиеся тотчас, как только животное под влиянием их бросало есть, способствовали восстановлению того обсановочного рефлекса, который был у собаки год тому назад, когда она подвергалась раздражениям электрическим током. При объяснении этих явлений, как мы полагаем, вряд ли можно не связать причину возникновения их с наличием деятельного состояния корковых клеток во время дей-

ствия безусловного раздражителя. Желая вновь угасить рефлекс, связанные у животного с раздражением током, мы перевели собаку на экспериментальный паек, т. е. отменили обычное кормление в клетке и ограничили пищевой режим кормлением в кормушке. Восстановить у собаки ее прежнее состояние этой мерой не удалось. Животное упорно продолжало не брать пищи из подаваемой вслед за условным раздражителем кормушки, реагируя, однако, на условный раздражитель небольшим отделением слюны. В таком состоянии мы продержали собаку пять дней. Вне станка животное стремилось к показываемой еде, скулило, но, будучи помещено в станок, еды не брало. Бурная пищевая реакция обнаруживалась у собаки всякий раз и по окончании опыта. Как только снимался баллон и проделывались манипуляции, сигнализирующие о прекращении опыта, собака тут же устремлялась к отверстию кормушки. У нас сложилось даже мнение, что развивавшееся голодание не только не способствовало подавлению сильного комплексного рефлекса, связанного с действием тока, но способствовало его еще большему упрочению.

За указанное говорили следующие изменения в поведении животного. По мере развития голодания собака с каждым разом все более противилась ее помещению в станок. Раз от разу уменьшалась пищевая слюноотделительная реакция на применявшиеся условные раздражители. Усиливалась отрицательная двигательная реакция при подаче вслед за условными раздражителями чашки с порошком. Дать точные объяснения этим явлениям мы в настоящее время не в состоянии. Мы считаем возможным сделать здесь два предположения, которыми, с нашей точки зрения, можно объяснить происхождение описанных явлений. С одной стороны, можно думать, что усиление деятельности пищевого безусловного центра послужило зарядкой, стимулом для доминирующего безусловного оборонительного центра, деятельность которого весьма повышалась при помещении собаки в станок. Однако приведенное толкование вряд ли соответствует истинному положению вещей. Оно противоречит изложенным опытам с применением на фоне действия безусловного раздражителя разного рода агентов — условных и посторонних, с другой стороны — на основании исследований Рикмана, показавших, что чрезмерное повышение деятельности безусловного центра может сопровождаться изменением свойств корковых клеток, что ведет к падению условных рефлексов. Можно полагать, что в результате развития голодания, т. е. повышения деятельности пищевого центра, корковые клетки, с ним связанные, пришли в состояние чрезвычайно повышенной возбудимости, так что обычные по силе условные пищевые раздражители — специальные и обстановочные — оказались теперь сверх максимальными, приводя корковые клетки, куда они падали (по правилу предела силы раздражения), в состояние торможения. Кстати наше подопытное животное относилось к разряду тормозимых собак. Наряду с этим „метрономная клетка“ и другие, связанные с действием тока, подверглись влиянию пищевого центра в меньшей степени или совсем не подверглись ввиду того, что они были связаны с иной деятельностью. Это пояснение приводит к некоторому изменению связей между безусловным и условным центрами в том отношении, что оно допускает не только специальную связь, идущую от клетки условного рефлекса к клетке безусловного, но и такую же обратную.

Не получив желаемого результата от перевода собаки на экспериментальный паек (практически полное голодание), мы, не оставляя

мысли ослабить сильный комплексный обстановочный оборонительный рефлекс, решили ввести в опыт элементы новизны, могущие как нам казалось этот рефлекс в известной степени затормозить.

Собака не ставилась в станок, а помещалась рядом с ним на полу, баллон регистрирующего слюну прибора не приклеивался на щеку, служитель или один из нас находился в камере около собаки, держа ее за веревку и подавая еду после применения условных раздражителей. Нововведения такого порядка способствовали подавлению обстановочного оборонительного рефлекса. После действия условных раздражителей собака не отказывалась от подаваемой ей пищи, съедала ее полностью. В первых двух опытах, поставленных в таком виде, животное, правда, приходилось понукать к взятию порошка, т. е. тоже обнаруживалось влияние комплексного оборонительного рефлекса, но все это протекало в менее выраженной форме, чем то было раньше.

ТАБЛИЦА 5

Время		Условные раздражители	Продолжит. действия условного раздражит. (в сек.)	Латентн. период секреции (в сек.)	Величина условного рефлекса (в делениях шкалы)	Примечание
часы	мин.					
Опыт № 6						
3	2	Шум	10	—	—	Действие метронома — 150 уд. в 1 мин. прервало акт еды
3	7	Свет	10	—	—	Сильные удары в дверь — влияния нет
3	12	Звонок	10	—	—	Удары в таз — влияния нет
3	17	Свет	10	—	—	Дважды применялся метроном 120 уд.: дважды прекращение акта еды
3	22	Звонок	10	—	—	Сильные удары в дверь — влияния нет
Опыт № 7						
3	1	Звонок	10	—	—	Во время акта еды 3 раза применялся метроном — 150 уд.; начало его действия вызывало отрыв собаки от еды.
3	6	Шум	10	—	—	Сильный шум в таз — влияния нет
3	11	Свет	10	—	—	Звонок — влияния нет
3	16	Свет	10	—	—	Метр. 120 уд. в 1 мин. — отрыв от еды.

Ведя таким путем опыты, мы снова стали применять на фоне еды собаки прежние раздражители и в частности метроном (см. протоколы опытов №№ 6 и 7 на табл. 5).

Ни свет, ни посторонние раздражители — удары в дверь — не вызывали торможения безусловной деятельности, но начало действия метронома сопровождалось отрывом собаки от еды. Как видно, начало применения метронома вызывало прекращение еды, но все же собака опять начинала есть, как только действие метронома заканчивалось. Следует отметить, что в эту пору животное находилось на своем обычном пайке, т. е. получало пищу и вне камеры. Проведя несколько опытов по такой методике, мы снова переместили животное в станок, но баллона не наклеивали, и сопровождали ведение опыта присутствием в камере одного из нас. В этих опытах животное вело себя в общем так же, как в только-что описанных. После действия условных раздражителей собака в большинстве случаев не отказывалась от пищи. Применение имевшихся у нас раздражителей в то время, когда животное было занято поеданием сухарного порошка, вслед за условными раздражителями не прерывало акта еды, если только в действие пускался метроном. Он попрежнему вызывал торможение пищевого безусловного рефлекса. В виду того, что в нашу задачу не входило дальнейшее приучение животного к обычной, ранее применявшейся постановке опытов, т. е. угашение условного обстановочного оборонительного рефлекса, мы сочли возможным на этом наши наблюдения закончить, полагая, что тот материал, который нам удалось получить, достаточно четко дает ответ на стоявший перед нами вопрос.

Наши опыты дают возможность сделать заключение о наличии деятельного состояния корковых клеток во время протекания в центральной нервной системе безусловного рефлекса. В самом деле, чем другим можно объяснять описанное влияние метронома, как не влиянием, исходящим из метрономной корковой клетки? Возможность участия в этом акте других участков центральной нервной системы, которые, функционируя по типу доминанты, могли бы во время наличия в коре торможения от пищевого безусловного рефлекса заряжаться падающими на животного раздражениями и тормозить пищевую безусловно рефлекторную деятельность, исключается описанными проверочными наблюдениями. Почему же во всех предпринимавшихся ранее исследованиях по этому вопросу выводы, к которым приходили авторы, не соответствуют в общем нашим? Мы полагаем, что причину следует искать в свойствах раздражителей, применявшихся во время действия безусловного раздражителя. Это были или индифферентные агенты или пищевые условные раздражители. Применялись они на фоне пищевой безусловной деятельности. Имея в виду данные Рикмана, говорящие, что подкорковые элементы могут влиять на кору, сообщая ей свой тонус, свое состояние, мы в толковании причин растормаживающего влияния метронома, в нашем случае, склонны пойти несколько дальше. Между центром безусловного рефлекса и корковыми условными раздражителями, к нему относящимися, существует определенная связь. Клетка, соответствующая условному раздражителю, сигнализирует только центру своего безусловного рефлекса. Пищевой условный раздражитель не будет вызывать оборонительной деятельности, и обратно. Таким образом в одном направлении, от коры к подкорковым частям центральной нервной системы имеются дифференцированные пути. Возникает вопрос, не являются ли и обратная связь, обратные отношения этих центров

аналогичными? Учитывая исследования Рикмана, можно думать, что появление пищевой безусловно-рефлекторной деятельности привело, в силу механизма отрицательной индукции, к торможению тех участков коры, с которыми этот центр был связан, и не распространилось или распространилось (в менее выявленной степени) на те из них, которые имели связь с другим центром безусловного рефлекса, в нашем случае — метрономным. Но как в разрезе такого представления объяснять необразование условного рефлекса из индифферентного агента при „покрытиях“ последнего безусловным? Ведь между корковой клеткой, куда должно падать раздражение от индифферентного агента, и центром безусловного рефлекса нет никакой связи, никакой дороги, по которой могло бы распространяться на нее внешнее торможение от центра безусловного рефлекса? Нам думается, что приведенная схема связи центра безусловного рефлекса с центром условного — дает ответ на этот вопрос. Условия, необходимые для образования условного раздражителя из индифферентного агента при „покрытиях“ последнего безусловным, — налицо. Однако за образованием связи должно последовать тут же и разрушение ее. Возникает путь, по которому затем распространяется торможение от центра безусловного рефлекса. Этим может быть объясняемо обнаружение свойств условнорефлекторного раздражителя у индифферентного агента после небольшого количества сочетаний его с безусловным, как то видел Подкопаев. С нашей точки зрения, в изложенном представлении о связи центра безусловного рефлекса с условным — нет ничего сколько-нибудь выходящего из рамок возможного. Раз существует передача подкорковыми частями коре соответствующих состояний, как то показано Рикманом, делается вероятной передача таким же образом внешнего торможения по путям, выработанным между этими участками центральной нервной системы без распространения (или с меньшим распространением) на другие клетки коры, связанные с другой безусловно-рефлекторной деятельностью. Исследования Рикмана уточнили, привели в порядок наблюдения, постоянно отмечавшиеся при работе с пищевыми условными рефлексами. Давно было известно, что величина пищевых условных рефлексов определяется степенью деятельности пищевого центра (Хазен, Болдырев). Насыщение животного, т. е. падение деятельности пищевого центра, может сопровождаться значительным уменьшением размеров условных рефлексов, вследствие понижения возбудимости, гесп. торможения корковых клеток. Вряд ли при насыщении животного все другие районы полушарий обнаруживают такую же степень пониженной деятельности, гесп. торможения. Мы, конечно, не склонны отрицать влияния безусловной деятельности на другие участки коры, с ней прямо несвязанные. Такого рода заключение противоречило бы всему тому, что точно установлено в отношении иррадиации процессов возбуждения и торможения. Трудно допустить, чтобы процесс торможения (или возбуждения) застыл в известной фазе своего развития. Текущее — основное свойство мозговых процессов. Возникшее торможение в клетках пищевых условных раздражителей способно в дальнейшем распространяться на большие или меньшие участки полушарий. Однако, первым местом, куда от центра безусловного рефлекса падает торможение и где оно пребывает в более выраженной форме, мы склонны считать, на основании наших наблюдений и сопоставлений их с результатами, полученными другими авторами, те клетки, которые находятся в прямой связи с центром своего безусловного рефлекса. При другом возможном толковании

результатов наших опытов, факт влияния метронома можно было бы связать с предшествующими раздражениями током. Если бы подобного рода возможность имела место, то спрашивается, каков механизм влияния этих предшествующих раздражений, которые способствовали понижению тормозного влияния безусловной пищевой деятельности на кору? Допущение влияния доминантного очага, который мог бы возникнуть в подкорковых отделах центральной нервной системы в результате ранее проводившихся раздражений на центр пищевого безусловного рефлекса, приходится оставить на основании уже приведенных, специально для выяснения этого вопроса поставленных опытов. Другое влияние могло исходить из коры, из тех пунктов ее, которые имели связь с прежним сильным раздражителем — током. Такого рода допущение само по себе есть уже признание наличия деятельного состояния этих пунктов во время протекания в центральной нервной системе безусловнорефлекторной деятельности. Конечно, ввиду того действия, которое оказывало на животное применение метронома, вызывавшее расстройство всей пищевой условнорефлекторной деятельности и его общего поведения, эти „метрономные пункты“ коры можно было бы расценивать как патологические, свойства которых не могут быть отождествляемы со свойствами нормальных частей ее. Действительно физиология больших полушарий знает не мало случаев патологического состояния корковых клеток, возникающих под влиянием действия чрезмерных по силе раздражителей. Они могут сопровождаться так же, как это было и в нашем случае, падением условных рефлексов и отказом животного от еды. При этом бывает достаточным воздействия самого отдаленного компонента этого сильного раздражителя на животное, чтобы восстановившаяся условнорефлекторная деятельность вновь расстроилась. Однако все эти явления отмечались в отсутствии в центральной нервной системе безусловнорефлекторной деятельности, у нас же они обнаружились от применений метронома во время еды. Неизвестно еще, констатировались ли бы они в случае такой постановки опыта, какая была у нас.

Перед началом описанных опытов животное находилось в таком состоянии, которое позволяет думать, что те пункты коры головного мозга, которые у него были связаны с раздражением током, перестали уже быть патологическими, если они ими и были раньше. Условные рефлексы и поведение животного ничем не отличались от таковых же, когда оно никаким раздражениям током не подвергалось. Если даже кроме патологического состояния того или другого участка коры возможно пребывание его в латентно-патологическом или в „предпатологическом“ состоянии, которое может до поры до времени не давать себя знать, и перенести эту возможность на наш случай, пытаясь связать описанное влияние метронома с патологическим состоянием соответствующих действию метронома клеток коры, то вряд ли вытекающее из этого объяснение будет более приближаться в действительности, чем то, которое мы только что дали, исходя из наблюдений школы акад. И. П. Павлова.

Для того, чтобы исключаемым патологическим состоянием „метрономных клеток“ можно было пытаться объяснить влияние метронома, необходимо иметь указание на то, что пункту коры, находящемуся в той или иной степени патологического состояния, несвойственно (или в меньшей степени свойственно) подвергаться влиянию внешнего торможения. Это, однако, экспериментально никем не показано. Мы не берем на себя смелости отрицать эти неисключаемые возмож-

ности: патологическое состояние метрономных клеток у нашей собаки и иное отношение их к внешнему торможению. Дальнейшие наблюдения покажут нам, насколько была верна или неверна наша точка зрения, в аспекте которой мы старались объяснить влияние метронома.

Поступило в редакцию
27 марта 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Анохин П. К. Труды физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, II, № 1, 1927. — Анохин П. К. Там же, № 2, 1927. — Крестовников А. Н. Труды общества русских врачей, 1913. — Майоров Ф. П. Труды лабораторий акад. И. П. Павлова, III, вып. I, 1928. — Малова Э. А. Доклад на III Поволжском съезде врачей. — Акад. Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий, 1927, — Он же. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности, 1932. — Подкопаев Н. А. Труды физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, т. II, № 2, 1927. — Петровский В. В. и Федотов Ю. П. Труды Астраханского гос. мед. института, т. II, 1933. — Петровский В. В. Там же. — Петровский В. В. Казанский мед. журнал № 7, 1933. — Райт Р. Я. Труды физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, т. II, № 2, 1927. — Рикман В. В. Там же, IV, № 1—2, 1930. — Соловейчик Д. И. Там же, II, № 2, 1927. — Сперанский А. Д. Там же, II, № 2, 1927. — Строганов В. В. Там же, III, № 2, 1928. — Федоров Л. Н. Там же, II, № 2, 1927. — Хазен С. Б. Дисс. СПб, 1908.

ÜBER DIE WIRKUNG DES BEDINGTEN REFLEXES AUF DEN UNBEDINGTEN REFLEX

Von W. W. Petrowski und J. P. Fedotow

Aus dem Physiologischen Laboratorium (Leiter: Prof. W. W. Petrowski) des Astrakhan'schen Medizinischen Instituts.



ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬНЫЙ УСЛОВНЫЙ ПИЩЕВОЙ РЕФЛЕКС У НОРМАЛЬНЫХ СОБАК

И. С. Розенталь

Физиологический отдел им. акад. И. П. Павлова, Ленинградский филиал ВИАМ

Исследование высшей нервной деятельности собак с удаленными участками коры мозга методом слюнных условных рефлексов не всегда возможно вследствие некоторых особенностей в поведении таких собак. Применяемые у собак в последнее время разными авторами различные методики двигательных условных рефлексов для наших целей мало пригодны. Поэтому мы воспользовались более простым, общеизвестным, использованным в свое время еще Goltz, а у нас Бехтеревым и Зеленым — двигательным условным рефлексом подачи собакой лапы или на словесный приказ или на какой-нибудь посторонний раздражитель.

Естественно, что мы должны были познакомиться со свойствами и особенностями этого рефлекса и у нормальных собак.

Выработка рефлекса производилась нами следующим образом. В обыкновенной комнате, когда впервые приведенная на опыт собака успокаивалась и находилась вблизи сидевшего экспериментатора, последний говорил слово „правую“, через 2—3 секунды, продолжая слово, брал в руку и поднимал правую лапу и еще через 2—3 секунды давал в подкрепление кусочек сырого мяса, весом около 10 г. По окончании еды лапа выпускалась из руки и прекращалось раздражение словом. Таких сочетаний с интервалами в 2 минуты производилось за каждый опытный сеанс по 10.

Описанным путем требовалось произвести от 2 до 8 (у разных собак) сочетаний. Дальше собаки начинают на одно слово давать лапу, т. е. производить активные движения. Правильно поданную на слово лапу я всегда беру в руки и сразу же подкрепляю. Если собака делает ошибку, то я, не двигаясь, продолжаю произносить слово. Собаки обычно вслед за ошибкой скоро дают (правильно) другую лапу, которую я теперь беру в руку и затем даю собаке мясо.

Типичный ход образования двигательного условного рефлекса подачи лапы у нормальных собак иллюстрируется диаграммой на рис. 1. Черные столбики показывают правильные ответы, а белые — ошибки. Разница между 10 (число раздражений за опыт) и суммой черного и белого столбиков указывает, сколько раз рефлекса не было.

Из рис. 1 видно, что двигательный условный рефлекс начинает образовываться в первый день опытов, а к 3-му дню является постоянным и правильным. В протоколах нами отмечаются: время

дня, порядковый номер сочетания, условный раздражитель, период запаздывания условного рефлекса, наличие или отсутствие условного рефлекса, какую лапу собака подает и в примечаниях заслуживающие внимания особенности в поведении собак. Показательным моментом, кроме подачи лапы, является период запаздывания. У „Норда“ период запаздывания при подаче правой лапы за приведенные на диаграмме 3 дня выразился следующим временем в секундах: 7, 3, 3, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1. У „Костромича“: ?, ?, 5, 28, 23, 3, 50, 50, 10, 2, 3, 30, 50, 20, 5, 10, 8, 7.

„Норд“ находится в работе несколько лет и принадлежит к возбудимому нервному типу, как и „Костромич“. Но „Костромич“ —

молодая собака и в работе находится меньше года. Если прибавить еще, что период запаздывания у „Костромича“ в 30—50 сек. совпадал с экстренными раздражениями (шаги и разговор за дверью комнаты, в коридоре), то такое длительное запаздывание условного рефлекса у него надо приписать влиянию внешнего торможения. Период запаздывания условного рефлекса у обеих собак от первого дня к третьему постепенно и неизменно сокращается, что и указывает на образование все более и более прочной временной связи между словом и подачей лапы. Подавание собаками в первые два дня и левой лапы указывает на иррадиацию возбуждения и на тесную функциональную связь симметричных корковых пунктов.



Рис. 1. Образование первого рефлекса на слово „правую“.

Интересным явлением, появляющимся в первый же день опыта, представляется подача то правой то левой лапы в интервалах, что можно охарактеризовать как „просьбу“ собакой еды. Физиологически это можно понимать как тот же условный пищевой двигательный рефлекс, но начинающийся в этом случае не с возбуждения в слуховой области коры от раздражения словом „правую“, а с возбуждения пищевого центра, т. е. мы имеем в этом факте двустороннюю проводимость по рефлекторной дуге. И если в первые дни собака „просит“ и правой и левой лапами, то в дальнейшем собака „просит“ только той лапой, на подачу которой вырабатывался рефлекс.

Последним фактом в первые дни образования рефлекса являются abortивные движения вместо полного акта подачи лапы: мало того, что собака не сразу дает лапу, а еще и поднимает ее невысоко или чуть только от пола. К моменту прочной и полной выработки рефлекса исчезает и abortивность, которую можно понимать как выражение антагонизма между процессами возбуждения и торможения.

Как правило образование двигательного условного рефлекса подачи лапы происходит в 2—3 дня, но встречаются исключения, имеющие свои основания. Так мы видели замедленный ход образования этого рефлекса у „Дона“ и „Послушника“. „Дон“ — очень крупная собака возбудимого, нервного типа. Сидя около меня, он отлично видел на столе чашку, в которую я клал мясо в интервалах и из которой потом кормил его. Это зрительное раздражение пищевыми агентами сильно возбуждало пищевой центр и в силу отрицательной индукции задерживало образование двигательного условного рефлекса на слово „правую“, аналогично собаке Келлера. В опытах Келлера собака при виде корма, положенного вдали за решеткой клетки,

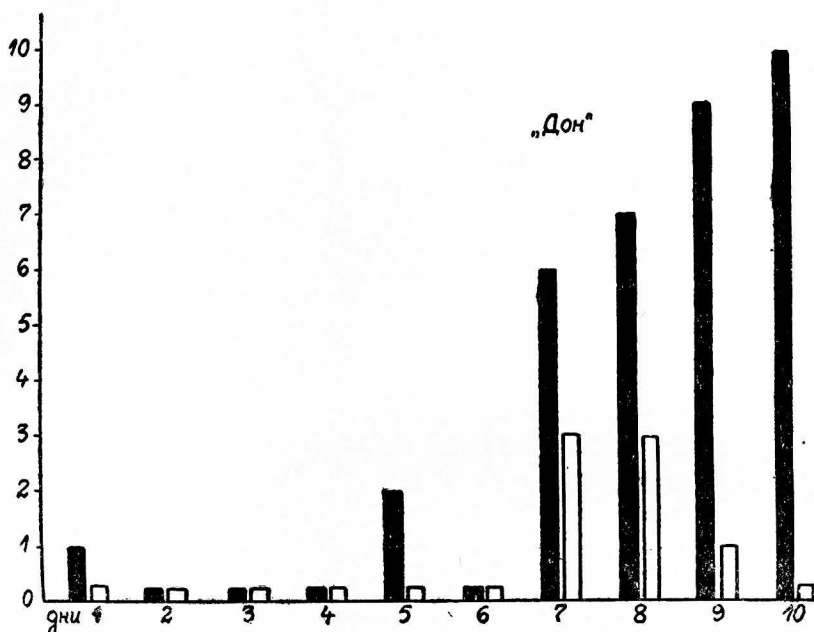


Рис. 2. Замедленный ход образования первого рефлекса на слово „правую“.

быстро находила выход, бежала к корму и ела, а если еда клалась непосредственно за решеткой, то собака, не отходя от решетки, в сильном возбуждении, безрезультатно тыкалась о нее мордой, не пытаясь даже искать выход, „позабыв“ о нем.

Вторая собака — „Послушник“ — уравновешенного спокойного нервного типа пришла в лабораторию с выработанным двигательным условным рефлексом на слово „служи“. И в первое время слово „правую“, в силу генерализации со словом „служи“, вызывало рефлекс службы вместо подачи лапы.

Ход образования условного рефлекса у этих двух собак показывают рис. 2 и 3.

У „Дона“ двигательный условный рефлекс проявился в первый же день опыта при четвертом сочетании с запаздывающим периодом в 2 секунды, а затем исчез и начал появляться только с 5-го дня работы. Стоит отметить, что „просьба“, т. е. подавание в интервалах и правой (преимущественно) и левой лапы, началась после четвертого сочетания и продолжалась до последнего дня почти

в каждом интервале. Это показывает: 1) сильную пищевую зарядку у „Дона“, 2) осуществление условного рефлекса с одного и другого конца и 3) что действительно условный рефлекс у него образовался с четвертого сочетания, но был дальше задержан. Отсюда для нас ясен стал и способ проявления рефлекса: нужно было усилить условное раздражение, что мы и сделали, повторяя слово „правую“ вместо обычных 2—3 секунд до тех пор, пока „Дон“ не подаст лапу. В первый раз на это потребовалось 35 сек. А дальше период запаздывания выражался в секундах так: 25, 15, 5, 13, 7, 4, 4, 4, 6, 4, 2, 2, 5, 3, 3, 3, 3, 2, 3, 6, 1, $1\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 1, 2, 1, 1, 4.

В последних двух днях запаздывание в 6 и 4 секунды приходится на конец опыта, что соответствует падению к концу опыта слюнных



Рис. 3. Замедленный ход образования рефлекса на слово „правую“.

пищевых условных рефлексов. Итак, нужно было только три раза усилить условный раздражитель для того, чтобы дальше условная связь осуществлялась уже без усиления раздражения. Таким образом здесь кроме соотношений между процессами возбуждения и торможения подчеркиваются еще значение и важность проторения рефлекторного пути.

Надо отметить, что неспециальная условная двигательная пищевая реакция у „Дона“ появилась с 3-го дня работы с ним. Если он лежал около меня, то при слове „правую“ вставал и подходил ко мне вплотную, облизываясь; если он находился в отдаленной части комнаты (что бывало редко), то при слове „правую“ сейчас же кидался ко мне, также облизываясь, но не подавая лапы в этих случаях.

Абортивность при первых условных рефлексах выступала у „Дона“. Кроме того на 10-й день работы отчетливо обнаружился ислывный двигательный рефлекс на время: подавание лапы в интервалах — и теперь только правой — приурочивалось к концу интервала.

нике". В разное время у обеих собак условными раздражителями были: 1) слова „правую“ и „левую“, 2) те же слова с протянутой рукой к соответствующей лапе, 3) детская игрушка зайчик и измерительный цилиндр (объем 25 см³) без протянутой руки и 4) с протягиванием, 5) бульканье воды в колбе от пропускания тока воздуха и тон *la* с протянутой рукой, 6) то же, что в п. 5, но без протягивания руки.

Производилось за каждый опыт от 6 до 10 сочетаний с интервалами в 2 и 5 минут в разных опытах, с правильным, ритмическим чередованием раздражителей для правой и левой лапы.

Точное и быстрое решение такой задачи наступало при всех перечисленных раздражителях, но если только к ним присоединялось

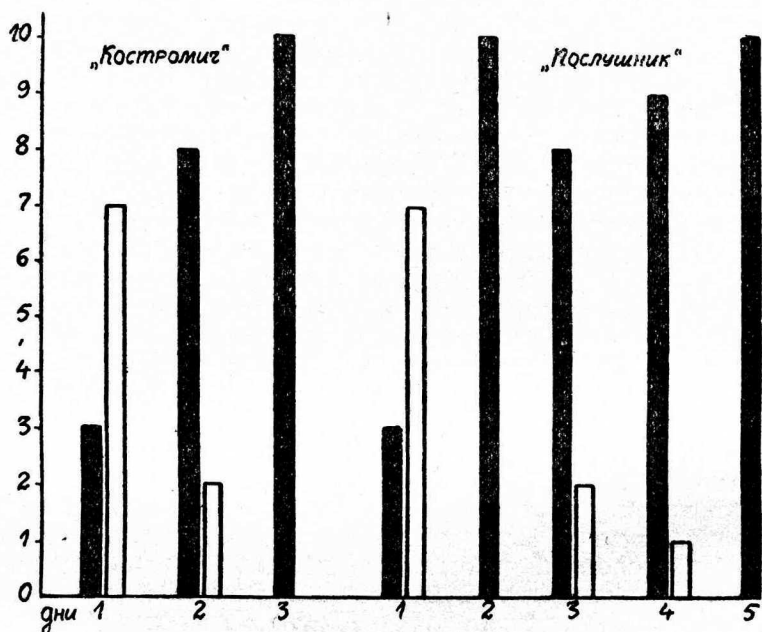


Рис. 4. Переделка рефлексов: у „Костромича“ — с подачи правой лапы на левую, у „Послушника“ — с подачи правой лапы на „службу“.

протягивание руки к соответствующей лапе без дотрагивания до лапы. Без протягивания руки чередование рефлексов в такой форме опытов оказалось невозможным выработать, как и в опытах Протопопова на оборонительные условные рефлексy.

У „Костромича“ к концу опытов дело свелось к подаванию одной той лапы, на подачу которой перед чередованием вырабатывался рефлекс. „Послушник“ же вместо чередования только „служил“. Надо добавить, что у „Послушника“ чередование шло безукоризненно при присоединении протянутой руки лишь к тому условному раздражителю, с которым связывалась подача лапы. Рефлекс же „службы“ безошибочно вызывался одним только условным раздражителем (словом). В опытах Анохина по секреторно-двигательной методике с выбором кормушек условные двигательные рефлексy на различные раздражители, связанные то с правой, то с левой кормушкой, вырабатываются без особенных затруднений. Может быть поворот собаки то вправо, то влево облегчает правильную ориентировку, как в нашем

случае облегчало протягивание руки. Любопытно, что „просьба“ в интервалах при опытах с чередованием резко сократилась у „Послушника“ и совсем исчезла у „Костромича“.

На короткое время решение задачи чередования рефлексов на одни условные раздражители (без протягивания руки) было и у „Костромича“ и у „Послушника“: у первого в течение одного опытного дня на протяжении 7 месяцев работы, а у второго — в течение четырех опытных дней. Бывали и такие дни, когда „Костромич“ за весь опыт не подавал ни правой ни левой лапы.

Решение задачи чередования для обеих собак облегчалось нами в ряде серий опытов применением совпадающих условных рефлексов: сразу вслед за условным раздражителем бралась в руку соответствующая лапа до поднятия ее еще собакой, и затем шло подкрепление мясом. Никакого положительного эффекта не было и от этого приема.

На основании приведенного материала мы не можем высказаться категорически о возможности или невозможности для собак решения задачи чередования подачи то правой то левой лапы. Может быть при других условиях, при измененной форме опытов такая задача окажется для собак и посильной. Ввиду этого, а также и вследствие особенного значения физиологии симметричных корковых пунктов, тема эта разрабатывается нами дальше.

Заключение

Пищевой двигательный условный рефлекс подачи лапы у нормальных собак по предварительным исследованиям подчиняется всем тем же правилам и законам образования и существования, что и слюнные условные рефлексы, отличаясь от этих последних лишь большей лабильностью.

Недостатком двигательных условных рефлексов является отсутствие такого количественного учета величины рефлекса, какой осуществлен при слюнных условных рефлексах, что, конечно, затрудняет установление правил и законов высшей нервной деятельности животных.

Обилие методик двигательных условных рефлексов указывает:

- 1) на чрезвычайную сложность объекта исследования и
- 2) на то, что ни одна методика не является, а, может быть, и не может явиться универсальной.

Двигательный условный рефлекс подачи лапы также является пригодным лишь для специальных узких целей. Очень простой по форме, он требует от животного точного, локализованного акта, что является сравнительно не легкой задачей.

При этом рефлексе животное проявляет активный выбор, важность которого подчеркивается в особенности бихевиористами.

Положительной стороной такой методики является возможность вести исследование при самой примитивной обстановке и возможность исследования большого числа объектов за короткий период времени.

И при образовании, и при переделке, и при чередовании рефлексов мы имеем дело с физиологией центров вообще и симметричных в особенности, с борьбой их между собой, с процессами возбуждения, торможения, иррадиации и концентрации, с взаимной индукцией, с постоянным почти проявлением рефлекса с обоих концов его, с влиянием внешнего торможения от посторонних экстренных раздражителей, с влиянием суммации раздражений, с условным

рефлексом на время, с особенным действием комплексных условных раздражителей и с влиянием предыдущих условных рефлексов.

Если сюда прибавить переделку выработанного отрицательного условного раздражителя в положительный и обратно, возможность получать материал для характеристики нервных типов, возможность сравнительного изучения и взаимного влияния двигательных и слюнных условных рефлексов на одной и той же собаке, то все это представит достаточно обширное поле для исследования высшей нервной деятельности животных и человека, в нормальных и патологических случаях, посредством данной методики, базируясь на огромном теоретическом и экспериментальном материале, полученном методом слюнных условных рефлексов.

Поступило в редакцию
11 апреля 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Анохин П. К. Физиол. ж. СССР, XVI, № 5, 1933. — Бехтерев В. М. Основы угнетения мозга. СПб, 1906. — Goltz Fr. Pfl. Arch., 42, 419—467, 1888. — Зеленый Г. П. Журн. эксп. биол. и медиц. XI, № 31, 1929. — Келлер Вольфганг. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. Перевод с немецкого. Москва, 1930. — Протопопов В. П. Реакция выбора у собак по методу сочет.-двиг. рефлексов. Сборник „Новое в рефлексологии“ 1925.

ELEMENTARY MOTOR CONDITIONED FOOD REFLEX IN NORMAL DOGS

By J. S. Rosenthal

(From the Physiological Laboratory of I. P. Pavlov, All-Union Institute for Experimental Medicine, Leningrad).

The investigation of the higher nervous activity in neuropathic dogs cannot at all times be carried out by means of conditioned salivary reflexes, due to some peculiarities in the behaviour of these animals. Therefore the author used the common method of training dogs, making them give their paw on the command „right“, „left“, or some other conditioned stimulator connected with food. The changes in the higher nervous activity of operated dogs had to be compared with data obtained from normal dogs, and a series of tests was made, applying the same method. These tests showed: a) the quickness of the formation of the „giving the paw“ reflex and the period of retarding; b) the effect of extra stimulators in forming the conditioned reflex; c) reflex formed at the excited food center („begging“ without any conditioned stimulation); d) the difference in the formation of a general reaction to food (without giving the paw), and a localised reaction (giving the paw); e) preliminary motions of the paw during the period of reflex formation, as showing the antagonism between excitation and inhibition processes; f) the difference in forming conditioned reflexes with complex and solitary conditioned stimulators.

Changing the reflex from one paw to another does not give much difficulty and is done as quickly as the formation of the first conditioned reflex. The author has a whole series of tests on changing rhythmically the reflexes from the left fore paw to the right one and vice versa during the same test. This proved to be impossible with the application of the

conditioned stimulus alone but quite easy if the stimulus was accompanied by stretching out the experimentator's hand to the corresponding paw. On the basis of these tests the following conclusions may be drawn.

The elementary conditioned motor reflex-giving the paw on signal—follows with normal dogs all the laws of formation and existence that govern the conditioned salivary reflexes, but is more labile.

This reflex, apparently very simple, demands from the animal a very precisely localised act—which is not so easy a task.

The animal in the case of this reflex displays its active choice, the importance of which is especially stressed by the behaviourists.

This method makes it possible to carry out investigations in the simplest surroundings and with a great number of animals in a short time.

In forming, changing and alternating the reflexes we have to do with the physiology of the centres in general and the symmetrical centres in particular, with their reciprocal struggle, with processes of excitation, inhibition, concentration and irradiation, with reciprocal induction, with the reflex resulting both ways, the effect of the summation of irritations and of previous conditioned reflexes.

Thus a vast field of investigation of the higher nervous activity in animal and man, both normal and pathological, using the motive conditioned reflexes, is open since we may take as a base the great amount of theoretical and experimental material obtained by the method of conditioned salivary reflexes.

The changing of the positive action of the stimulator into a negative one and vice versa, the obtaining of some material on the characteristics of different nervous types, and the comparing of salivary and motor reflexes in the same dog are made possible by this method.

О РАЗЛИЧИЯХ В ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗДРАЖЕНИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ НА ПРОЦЕССЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

А. Б. Фельдман

Кафедра физиологии (зав. — проф. Г. В. Фольбо́рт) Харьковского мединститута

Известно, что химические и электрические раздражения чувствительных нервов вызывают, с одной стороны, рефлекторное возбуждение определенных двигательных центров и, следовательно, движения животного, с другой стороны — в центральной нервной системе развивается процесс торможения или угнетения, т. е. понижение ответной реакции на ряд раздражений, падающих на те или иные воспринимающие поверхности. При этом между действием химических и действием электрических раздражений установлены значительные отличия.

Herzen, а затем в подробных исследованиях Сеченов нашли в опыте на лягушке, что различные химические вещества, приложенные к чувствительному нерву в более слабых концентрациях не вызывают рефлекторных движений, однако угнетают реакции на кожные раздражения. При более значительных концентрациях тех же веществ наблюдаются рефлекторные движения. Электрические раздражения (частые индукционные токи), как показал Сеченов, при малой силе вызывают рефлекторные движения животного, при большей же силе наряду с явлениями двигательного возбуждения — также и явления угнетения.

Постоянный электрический ток дает, по Сеченову, угнетение без предшествующих двигательных явлений. Частые индукционные токи при медленном непрерывном увеличении силы тока до значительной величины могут, не вызывая движений, давать явления угнетения. Сеченов объяснял различие в действии указанных двух видов раздражителей существованием в чувствительных нервах двух сортов волокон: рефлекторно возбуждающих двигательные центры и рефлекторно тормозящих, связанных, главным образом, с так называемыми тормозными центрами. Волокна первого рода легче возбуждаются электрическими, второго — химическими раздражениями. Grützner пробует объяснить различное действие химических и электрических раздражений тем, что химические раздражители вызывают процесс возбуждения в разных чувствительных волокнах неодновременно. Такой поток „асинхронных“ возбуждений не дает, по Grützner, достаточной суммации в центрах, необходимой для возникновения рефлекторных движений, процесс же угнетения он, как всякий болевой раздражитель, вызвать может. Гипотеза Grützner не согласуется с данными современных исследований Adrian, согласно которым концевые аппараты органов чувств, как правило, посылают по афферентным волокнам неодновременные возбуждения, что не препятствует, однако, наличию рефлексов.

В настоящей работе мы пытались выяснить, существует ли какая-либо закономерная зависимость между рефлекторным угнетающим влиянием химических раздражителей на центральную нервную систему и тем местным угнетением (парабиозом), которое рано или поздно развивается в нервном чувствительном волокне при действии химических раздражителей. По Введенскому все химиче-

ские агенты вызывают в нерве состояние парабииоза. В опытах Herzen и Сеченова химические раздражители применялись в концентрациях вполне достаточных для выявления парабииотического эффекта.

Большинство физиологов считает, что в противоположность процессу возбуждения, процесс угнетения в нервном волокне есть процесс чисто местный, не поддающийся распространению („закон локализации“ Boruffau). Мы считали полезным проверить это положение. Установлено, что центры не только передают самый процесс возбуждения, но могут влиять и на возбудимость периферии (Уфлянд, Lapicque, Achelis, Резвяков, Росин, Багиров и др.). Поэтому встает вопрос также и относительно возможности влияния состояния периферии на возбудимость центров. Если стать на ту точку зрения, что химические и электрические раздражения в нервном волокне вызывают качественно различные процессы возбуждения и что этим объясняется их различное влияние на центральную нервную систему, то следует учесть и парабииотирующее действие химических раздражителей. Может быть это и является основой для особого качества возбуждения, вызываемого этими раздражителями.

Далее представлялось интересным выяснить, имеет ли значение для воздействия на возбудимость центральной нервной системы частота волн возбуждений, возникающих в чувствительном нерве? Сеченов, исследуя влияние электрических раздражений и сравнивая его с влиянием химических, применял частые индукционные токи (число периодов в секунду в его работе не указывается). Мы пытались, варьируя в широких пределах частоту электрических раздражений, найти такую частоту, которая давала бы тот же эффект, что и химические раздражения, т. е. вызывала бы угнетение без предшествующих движений при меньшей силе раздражения и рефлекторные двигательные процессы — при большей силе.

Методика

Опыты производились на лягушках без полушарий (разрез через thalami optici). Кожно-рефлекторная возбудимость центральной нервной системы исследовалась по методу Тюрка. Стопа погружалась в 0,1—0,2% серную кислоту и отсчитывался скрытый период рефлекса. Отдельные пробы рефлекса производились через каждые 5 минут, реже — через 3 минуты. Для приложения непосредственно к чувствительному нерву химических раздражений применялся метод Сеченова. Заранее на одной лапке седалищный нерв у подколенной ямки брался на лигатуру, отрезался ниже лигатуры и отпрепаровывался вверх до таза. Затем конечность отрезалась, причем оставался кожный лоскут для прикрытия культи и положенного на культю отпрепарованного нерва. Для испытания действия раздражителей кожный лоскут отворачивался, нерв укладывался на пробковую пластинку и окружался ватой, смоченной физиологическим раствором. Для изучения влияния химического раздражителя только дистальная треть или половина нерва оборачивалась ватой, смоченной в испытуемом веществе, проксимальная часть оставалась закрыта ватой, смоченной физиологическим раствором. Для изучения действия электрических раздражений применялись индукционные токи, частота которых изменялась посредством прерывателя Гейфа.

Влияние изотонического раствора хлористого калия, приложенного к чувствительному нерву, на возбудимость центральной нервной системы в связи с местным влиянием на чувствительный нерв.

Хлористый калий, по Сеченову, есть одно из тех веществ, которые вызывают угнетающий эффект при средних и двигательный

эффект при больших концентрациях. Мы пользовались изотоническим раствором этого вещества, чтобы избежать осложнений, связанных с изменением осмотического давления. Изотонический раствор хлористого калия является типическим парабиотическим агентом для нервного волокна (Русинов). Следовательно он вполне пригоден для установления возможности параллелизма между угнетением в центральной нервной системе и местным угнетением в чувствительном волокне.

Опыты (на осенних и зимних лягушках) дали следующий результат: у большинства животных (22 из 29) при приложении изотонического раствора хлористого калия к седалищному нерву скрытый период рефлекса Тюрка увеличивался в два, два с половиной раза и больше, а у некоторых животных рефлекс совершенно исчезал (табл. 1). У контрольных лягушек за этот промежуток времени, при прочих равных условиях, скрытый период тюрковского рефлекса увеличивался только в 1,1 раза.

На протяжении 15—20 минут, в течение которых прикладывался к нерву хлористый калий, угнетающий эффект не прогрессировал. После промывания нерва физиологическим раствором или отрезания его кожнорефлекторная возбудимость обычно восстанавливалась. Рефлекторных движений изотонический хлористый калий у большинства животных не вызывал (за исключением 3 случаев из 29).

ТАБЛИЦА 1

Время		Скрытый период рефлекса Тюрка в секундах	Воздействие на препарат	Примечание
час.	мин.			
6	17	14	Приложен к нерву изотонический раствор KCl	Движений при приложении к нерву KCl не наблюдалось
	22	13		
	27	14		
	28	—		
	32	> 50	Отрезан нерв	
	37	> 30		
	42	> 30		
	46	—		
	47	16		
	52	14		
	57	23		

Сеченовым было установлено, что химический раздражитель, приложенный к чувствительному нерву, вызывает понижение кожно-рефлекторной возбудимости. При этом не удается наблюдать угнетения рефлекторнодвигательных реакций животного, наступающих в ответ на раздражение электрическим током чувствительного нерва. Порог рефлекторной возбудимости в ответ на раздражение электрическим током чувствительного нерва не меняется от приложения к другому чувствительному нерву химического раздражителя.

Аналогичные данные, именно угнетение реакций на раздражение кожи, при неизменности эффектов от раздражения электрическим током чувствительного нерва ствола, были обнаружены Широким при сеченовском торможении и при спинномозговом шоке.

На основании этих фактов Широкий заключает, что процесс центрального торможения может захватывать преимущественно определенные афферентные системы.

Мы обнаружили в наших опытах с хлористым калием следующее: при действии изотонического раствора на дистальную треть седалищного нерва кожнорефлекторная возбудимость понижалась, при этом порог рефлекторной возбудимости, в ответ на раздражение частыми индукционными токами (от 50 до 500 замыканий первичной цепи в секунду) проксимального конца седалищного нерва (не подверженного действию яда), не менялся.

Этот факт вполне совпадает с данными Сеченова и Широкого.

Различие постановки нашего опыта от опытов этих авторов только в том, что мы вместо раздражения другого чувствительного нерва раздражали нормальный участок того же нерва.

Если же исследовать порог рефлекторной возбудимости не в нормальном участке нерва, а в дистальном участке, находящемся под действием хлористого калия, то здесь можно обнаружить (через некоторое время после начала действия вещества) резкое повышение порога рефлекторной возбудимости.

Ясно, что это повышение порога объясняется не центральными изменениями, а развитием в данном участке парабиотического процесса. Исследуя электрическим током порог рефлекторной возбудимости подверженного действию KCl участка (для контроля сравнивая его с порогом нормального проксимального участка), можно проследить развитие парабиоза.

Нами был поставлен ряд опытов, в которых мы после приложения изотонического раствора KCl к седалищному нерву исследовали параллельно развитие процессов центрального угнетения при помощи измерения кожнорефлекторной возбудимости (по Тюрку) и местного угнетения (парабиоза) при помощи только-что описанного метода.

Опыты привели нас к заключению, что закономерного параллелизма между этими явлениями ни в смысле протекания их во времени, ни в смысле их интенсивности не наблюдается. Уже через две минуты после приложения KCl кожнорефлекторная возбудимость падает, возбудимость отравленного KCl участка по отношению к электрическому раздражению еще не изменена. Следовательно в этом участке местного угнетения еще не наблюдается (табл. 2). В то время как центрально угнетающий эффект KCl на протяжении 15—20 минут не нарастает, наблюдается непрерывное падение возбудимости отравленного участка нерва. В опытах, в которых KCl не вызывал совсем удлинения времени рефлекса Тюрка, его местно угнетающее действие иногда было вполне выявлено.

Рассматривая результаты опытов с действием изотонического раствора хлористого калия, можно прийти к заключению, что не существует определенной зависимости между его угнетающим влиянием на центральную нервную систему (на кожнорефлекторную возбудимость) и местным угнетением, образующимся при его непосредственном действии на обнаженный ствол чувствительного нерва. Ряд данных позволяет высказать предположение, что изотонический раствор KCl раздражает чувствительный нерв и посылает в центральную нервную систему волны возбуждений, оказывающие тормозящее влияние на кожные рефлексы, и что развитие парабиоза в нервном стволе не влияет на центры. К этим данным относится наличие центрального угнетающего эффекта от KCl через короткий срок после его приложения, т. е. тогда, когда в нерве он еще не вызы-

вает парабиоза, и наступление в единичных опытах рефлекторных движений при приложении KCl к чувствительному нерву. В связи с этими фактами возникает второй из поставленных нами вначале вопросов: чем объясняется различие в действии этих волн возбуждения и тех, которые образуются в нерве под влиянием электрического раздражения.

ТАБЛИЦА 2

Время		Скрытый период рефлекса Тюрка (в сек.)	Порог рефлекторной возбудимости дистального (отравленного KCl) участка в см расстояния катушки	Воздействие на препарат	Примечание
час.	мин.				
5	20	9	42	Приложен к седалищному нерву изотонический раствор KCl	Несколько секунд были движения
	28				
	40				
	43				
	45				
	48	8	43		Исследование рефлекса Тюрка начато тотчас после окончания определения порога возбудимости с отравленного участка.
	около	48	> 40		
		52	> 30		
		53	> 30		
		57	> 30		
58		> 30			
6	03	> 30	14	Промывание нерва физиологич. раствором	
	03				
	05				
	27	> 30	15	Отрезан нерв	
	28				
	30				
	35		9		

Влияние раздражения чувствительного нерва частыми индукционными токами (частоты от 40 до 500 перерывов первичной цепи в секунду) на процессы центрального возбуждения и угнетения.

Нами были поставлены опыты для выяснения влияния на кожно-рефлекторную возбудимость раздражения чувствительного нерва частыми индукционными токами 40—500 периодов в секунду при такой силе раздражений, которая еще не вызывает рефлекторных движений. Для ответа на этот вопрос мы поставили ряд опытов, в которых седалищный нерв раздражался токами указанных частот (преимущественно крайних—40 и 500 перерывов первичной цепи в секунду), причем сила этих токов, выраженная в сантиметрах расстояния катушек (рк), была на 1 см и на $\frac{1}{2}$ см ниже порога реф-

латорной возбудимости. При этом исследовалась кожнорефлекторная возбудимость по методу Тюрка. Для того чтобы устранить возражение о возможном влиянии токов более близких к порогу и активных, которые мы могли пропустить, в особых опытах через некоторое время после замыкания цепи постепенным усилением („вкрадыванием“) мы доводили силу токов до пороговой величины или даже до большей, испытывая при этом кожнорефлекторную возбудимость. Длительность „подпорогового“ (в смысле рефлекторной возбудимости) раздражения обычно не превышала 10 минут. Нашей основной задачей было сравнение действия подпорогового, в указанном смысле, электрического раздражения с действием химического. Последнее свой угнетающий эффект, по данным Сеченова и по данным наших опытов с КСІ, обнаруживает уже через одну-две минуты после приложения (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Время		Скрытый период рефлекса Тюрка (в сек.)	Воздействие на препарат	Примечание
час.	мин.			
9	15	9	Замкнут ток; частота 40 перерывов первич- ной цепи в 1 сек., р. к. = 34 см	Порог рефлекторной возбудимости 33 см
	20	10		
	21	—		
	25	12	Ток „вкрадыванием“ усилен до р. к. = 30 см	В течение нескольких секунд были движе- ния
	26	—		
	30	14		
	35	13		

(Последняя часть таблицы демонстрирует действие тока, доведенного „вкрадыванием“ до величины, не намного превышающей порог рефлекторной возбудимости, и не давшего угнетения, так же как и подпороговый ток).

Данные наших опытов находятся в полном согласии с данными Сеченова и показывают, что в противоположность химическим раздражениям подпороговые электрические раздражения частоты от 40 до 500 перерывов первичной цепи в секунду, как правило, не дают центрального угнетения. Повторяя опыты Сеченова с „вкрадывающимся“ (постепенно усиливающимся) раздражением мы, в согласии с его данными, нашли, что если довести силу тока до величины более или менее значительно превышающей первоначальный порог рефлекторной возбудимости, то, не вызывая движений, можно достигнуть сильного угнетения кожнорефлекторной возбудимости. Однако это не всегда удается, или если удастся у весенних лягушек, то только очень медленным и длительным „вкрадыванием“.

Влияние раздражения чувствительного нерва редкими индукционными токами (2—5 перерывов первичной цепи в секунду) на процессы центрального возбуждения и угнетения.

Применяя индукционные токи с числом перерывов первичной цепи от 2 до 5 в секунду, мы прежде всего установили, что порог

рефлекторной возбудимости при этом значительно выше, чем порог данного препарата при токах большей частоты (40—500 перерывов первичной цепи в секунду) (табл. 4). При пороговой величине тока, или при величине не намного превосходящей пороговую, рефлекторные движения иногда носят характер отдельных кратковременных вздрагиваний. При большей силе тока начинаются общие непрерывные движения, т. е. тот тип двигательной реакции, который при частых токах (40—500 перерывов первичной цепи в секунду) наступает уже при пороговой величине тока. (Подпороговой величиной тока для редких индукционных токов мы называем такую величину, которая не дает ни непрерывных движений ни отдельных вздрагиваний).

ТАБЛИЦА 4

Порог рефлекторной возбудимости в сантиметрах
расстояния катушек

Для токов с частотой перерывов = 2,2 в сек.	Для токов с частотой перерывов = 40 в сек.	Для токов с частотой перерывов = 500 в сек.
34	42	44
37	53,5	53
27	52	53
40	50	45
17	40	44
17	50	31
33	38	—
17	—	34
33	45	—

Исследуя влияние на кожнорефлекторную возбудимость (по Тюрку) подпороговых индукционных токов частотой, равной 2—5 сек., величина которых в сантиметрах р.к. была на 1 см или на $\frac{1}{2}$ см ниже порога, мы установили следующее: не вызывая никаких рефлекторных движений, эти токи дают сильное понижение рефлекторной возбудимости центральной нервной системы в ответ на кожные раздражения (табл. 5). Следовательно редкие индукционные токи, приложенные к чувствительному нерву, оказывают на возбудимость центральной нервной системы такое же влияние, как и химические раздражители. Это влияние противоположно (в смысле порядка следования явлений угнетения и движений при увеличении силы раздражения) влиянию токов более значительной частоты. Сила угнетения очень велика: у большинства препаратов рефлекс Тюрка исчезает полностью. Угнетающее влияние обнаруживается полностью уже через одну минуту после приложения подпороговых редких раздражений (через более короткие промежутки времени после начала действия редких раздражений возбудимость не испытывалась). После размыкания цепи наблюдается быстрое восстановление возбудимости. Тотчас после размыкания цепи на одних препаратах замечается удлинение скрытого времени рефлекса Тюрка по сравнению с нормой, на других — укорочение. Описанные результаты мы получили в опытах на осенних, зимних и весенних лягушках. Среди весенних лягушек часто попадались такие, у которых подпороговые (в указанном выше смысле) редкие раздражения не давали явлений понижения возбудимости. Следует отметить, что на этих препаратах наблюдался низкий порог рефлекторной возбудимости и для редких индукционных токов (2—5 перерывов первичной цепи в секунду).

Очевидно величина токов, нужная для вызывания торможения, была выше той величины, которая была достаточна для наступления рефлекторных движений, что, как правило, наблюдается по отношению к частым индукционным токам.

ТАБЛИЦА 5

Время			Скрытый период рефлекса Тюрка (в сек.)	Порог рефлекторной возбудимости	Воздействие на препарат	Примечание
час.	мин.	сек.				
8	49		20	Для тока с частотой перерывов = 3,3 в сек., р. к. = 33 см		
	50		24			
	58		—			
9	00		—	—	Замкнут ток, частота перерывов = 3,3 в 1 сек., р. к. = 34 см	Движений не было
	04		> 50		Ток разомкнут	
	07		—			
	09		24	Для тока с частотой перерывов = 3 в 1 сек., р. к. = 31 см		
	19		23			
	31		—			
	33		—	—	Замкнут ток с частотой перерывов = 3 в 1 сек., р. к. = 32 см	Движений не было
	39		> 55		Ток разомкнут	
	42		—			
	45		22	Для тока с частотой перерывов = 40 в 1 сек., р. к. = 40 см		
	49		—			
	52		—			
	57		29	Для тока с частотой перерывов = 3,5 в 1 сек., р. к. = 32 см	Ток разомкнут	
	58		—			
10	11		—			Замкнут ток с частотой перерывов = 3,5 в 1 сек., р. к. = 33 см
	12		—	—		
	14		> 60	Ток разомкнут		
	17		—	—		
	17		15	Замкнут ток с частотой перерывов = 3,5 в 1 сек., р. к. = 33 см		
	20	30	—			
	21		> 50	—	Ток разомкнут	
	24		—			
	24	22	22			

Нами были поставлены также опыты, в которых мы сравнивали влияние на кожнорефлекторную возбудимость токов „вкрадывающихся“, т. е. медленно, непрерывно усиливающихся с частотой с одной стороны 40—500 перерывов в первичной цепи в секунду и с другой — 2—5 перерывов в первичной цепи в секунду. Опыты показали, что „вкрадывание“, т. е. доведение тока до значительной величины, без появления у животного двигательных процессов и при удлинении скрытого периода рефлекса Тюрка, значительно легче удается при применении редких токов. У весенних лягушек, у которых редкие подпороговые раздражения не вызывали угнетения кожного рефлекса, можно было легко получить угнетение без двигательных реакций, применяя „вкрадывающиеся“ редкие раздражения. Применением же частых „вкрадывающихся“ раздражений этого не удалось достигнуть.

Чем можно объяснить тот факт, что редкие электрические раздражения в отличие от частых, при величине тока, не вызывающей еще рефлекторных движений, дают явления центральной возбудимости?

Здесь следует прежде всего принять во внимание факт, что порог рефлекторной возбудимости для редких раздражений в большинстве опытов значительно выше, чем для частых.

Скорее всего это объясняется относительно затрудненной суммацией в нервных центрах при применении редких раздражений в отличие от более легкой суммации при частых раздражениях.

Очевидно порог рефлекторной возбудимости для редких раздражений настолько высок, что он выше порога рефлекторной тормозимости (т. е. той минимальной величины тока, которая вызывает явления угнетения кожных рефлексов). При частых раздражениях порог рефлекторной возбудимости ниже порога рефлекторной тормозимости, и поэтому применением частых индукционных токов нельзя получить явлений угнетения без движений, за исключением (как это указано было выше) отдельных случаев у зимних лягушек. Эти лягушки отличались пониженной возбудимостью, порог рефлекторной возбудимости у них был высок и для частых индукционных токов. Очевидно, он стал выше, чем порог рефлекторной тормозимости, поэтому на этих препаратах можно было наблюдать и при действии частых раздражений затормаживание кожного рефлекса при отсутствии движений. У весенних лягушек, как известно, возбудимость повышена. Как уже указывалось, на весенних препаратах в некоторых случаях и для редких раздражений порог рефлекторной возбудимости был ниже порога рефлекторной тормозимости, и у них и редкими раздражениями не удавалось получить угнетения без движений.

Следовательно, по полученным данным, редкие электрические раздражения могут дать тот же эффект, что и химические.

Выводы

1. При приложении к чувствительному нерву изотонического раствора хлористого калия наблюдается понижение кожнорефлекторной возбудимости, определяемой по методу Тюрка.

2. При приложении к дистальному отрезку нерва хлористого калия рефлекторная возбудимость проксимального отрезка по отношению к электрическому раздражению некоторое время не изменяется. Возбудимость по отношению к такому же раздражению дистального

отрезка за это время падает, очевидно, в результате развития здесь парабиотического процесса.

3. При действии КСІ на чувствительный нерв центральная возбудимость обнаруживает падение уже тогда, когда в чувствительном нерве методом электрического раздражения еще нельзя открыть начала парабиотического процесса. Параллелизма во временном ходе и в интенсивности центрального и местного угнетения (парабиоза) в чувствительном нерве не наблюдается.

4. Частые индукционные токи (от 40 до 500 перерывов в первичной цепи в секунду) при такой их величине, которая при воздействии на чувствительный нерв еще не дает рефлекторных движений, не оказывают заметного влияния на возбудимость центральной нервной системы, определяемую по методу Тюрка. Это находится в полном согласии с данными Сеченова, который установил существенное различие между действием химических и частых электрических раздражений. Первые при малой силе дают угнетение не вызывая предшествующих движений, при большей — рефлекторные движения. Вторые вначале вызывают двигательные явления и лишь при более значительной силе тока дают также явления угнетения.

5. В согласии с данными Сеченова, „вкрадывающиеся“ (постепенно усиливающиеся) частые электрические раздражения могут дать угнетение без предшествующих движений. „Вкрадывающиеся“ редкие (2—5 перерывов в первичной цепи в секунду) раздражения дают этот эффект значительно легче и в тех случаях (например у весенних лягушек), когда частыми „вкрадывающимися“ раздражениями этого эффекта получить не удастся.

6. Редкие (2—5 перерывов в первичной цепи в секунду) электрические раздражения чувствительного нерва, при величине их, еще не дающей рефлекторных движений, вызывают у большинства препаратов сильное угнетение возбудимости центральной нервной системы, определяемой по методу Тюрка. Это угнетение наблюдается уже через одну минуту после начала их действия. Следовательно, эти раздражения действуют на возбудимость центральной нервной системы так же, как и химические раздражения.

При объяснении этих данных следует принять во внимание тот факт, что порог рефлекторной возбудимости при действии электрических раздражений значительно выше порога для частых раздражений. Очевидно для редких раздражений (в противоположность частым) порог рефлекторной возбудимости более высок, чем порог рефлекторной тормозимости, т. е. та наименьшая величина раздражения, которая вызывает угнетение кожного рефлекса.

Поступило в редакцию
17 июля 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

Achelis, цит. по Росину и Багирову. — Введенский. Собрание сочинений том IV, первый полутом, стр. 138, 1935. — Grützner, Pflüger's Archiv 17, 215, 1878; 53, 83, 1893; 58, 69, 1894. — Herzen, цит. по Сеченову. — Laricque, цит. по Росину и Багирову. — Резвяков. Тезисы сообщений XV Международного физиологического конгресса, стр. 352, 1935. — Росин и Багиров. Сборник трудов Ин-та физиологии Наркомпроса I, стр. 49, 1934. — Русинов. Сб. работ физиолог. лабор. Ленингр. ун-та, посвящ. 25-летию научной деят. А. А. Ухтомского, стр. 30, 1930. — Сеченов. Об электрическом и химическом раздражении чувствующих спинномозговых нервов лягушки, 1868. — Уфлянд, цит. по Росину и Багирову — Широкий. Физиологический журнал СССР, XVIII, вып. 2, 147, 1935. — Эдриан. Основы ощущений, стр. 22, 1931.

ÜBER DIE UNTERSCHIEDE IN DER WIRKUNG CHEMISCHER UND ELEKTRISCHER REIZE DER GEFÜHLSNERVEN AUF DIE ERREGUNGS- UND HEMMUNGSPROZESSE DES ZENTRALEN NERVENSYSTEMS

Von A. B. Feldmann

(Aus der physiologischen Abteilung des medizinischen Institutes in Charkow. Leiter: Prof. G. W. Volborth)

Der Verfasser untersuchte, welchen Einfluss auf die Erregungs- und Hemmungsprozesse im Nervensystem eine isotonische Lösung von Kaliumchlorid und elektrische Reize verschiedener Frequenz haben, wenn sie an dem Gefühlsnerven angewandt werden.

Es ergab sich dabei:

1. Lässt man auf den Gefühlsnerven eine isotonische Lösung von Kaliumchlorid einwirken, so beobachtet man eine Herabsetzung der hautreflektorischen Erregbarkeit, gemessen mittels des Türk'schen Reflexes.

2. Lässt man auf den distalen Abschnitt des Nerven Kaliumchlorid einwirken, so bleibt die reflektorische Erregbarkeit des proximalen Abschnittes auf einen elektrischen Reiz eine gewisse Zeit lang unverändert, während die Erregbarkeit des zystalen Abschnittes auf einen solchen Reiz in dieser Zeit herabgesetzt wird, offenbar infolge eines sich hier entwickelnden parabolischen Prozesses.

3. Bei der Einwirkung von Kaliumchlorid auf den Gefühlsnerv wird die zentrale Erregbarkeit auch schon dann herabgesetzt, wenn sich mittels eines elektrischen Reizes in dem Gefühlsnerven der Beginn eines parabolischen Prozesses noch nicht feststellen lässt. Ein Parallelismus in dem zeitlichen Gang und in der Intensität zwischen einer zentralen und einer örtlichen Störung (Parabiose) lässt sich in dem Gefühlsnerv nicht feststellen.

4. Induktionsströme (40 bis 500 Unterbrechungen pro Sekunde in der Primärspule) haben in einer Stärke, welche bei Einwirkung auf den Gefühlsnerven keine reflektorischen Bewegungen veranlasst, auch auf die Erregbarkeit des Zentralnervensystems, gemessen mit Hilfe des Türk'schen Reflexes, keinen merklichen Einfluss. Dies befindet sich in voller Übereinstimmung mit den Angaben von Setschenow, welcher einen wesentlichen Unterschied in der Wirkung chemischer und elektrischer (hochfrequenter) Reize feststellte. Die ersteren ergeben bei geringerer Stärke eine Störung ohne Bewegungen, bei grösserer Stärke reflektorische Bewegungen; die letzteren beginnen ihre Wirkung von den Bewegungsercheinungen her und verursachen erst bei grösserer Stärke Störungsercheinungen.

5. In Übereinstimmung mit den Angaben von Setschenow können „sich anschmiegende“ (allmählich zunehmende) elektrische Reize eine Störung ohne vorhergehende Bewegungen verursachen. Sich anschmiegende, seltene Reize (2 bis 5 Unterbrechungen pro Sekunde in der Primärspule) bewirken diesen Effekt wesentlich leichter auch in den Fällen, wo wie zum Beispiel bei Fröschen im Frühjahr durch häufige, „sich anschmiegende“ Reize sich ein solcher Effekt nicht erzielen lässt.

6. Seltene elektrische Reize (2 bis 5 Unterbrechungen pro Sekunde in der Primärspule) des Gefühlsnerven in einer Stärke, welche noch keine reflektorischen Bewegungen verursacht, bewirken bei der Mehrzahl der

Präparate eine erhebliche Störung in der Erregbarkeit des Zentralnervensystems. Dies lässt sich mittels des Türk'schen Reflexes feststellen und zwar schon eine Minute nach Beginn der Einwirkung. Folglich wirken diese Reize auf die Erregbarkeit des Zentralnervensystems genau so wie chemische Reize.

Bei der Erklärung dieser Resultate muss man die Tatsache berücksichtigen, dass die Schwelle der reflektorischen Reizbarkeit bei der Einwirkung seltener elektrischer Reize wesentlich höher liegt als die Schwelle für häufige Reize. Offenbar ist für seltene Reize (im Gegensatz zu häufigen) die Schwelle der reflektorischen Erregbarkeit höher, als die Schwelle der reflektorischen Hemmung, das heisst die kleinste Reizgrösse, welche eine Störung des Hautreflexes hervorruft.

О РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

А. М. Мелик-Меграбов

Из физиологической лаборатории Одесского медицинского института

Со времени появления теории Hering и Breuer о рефлекторной саморегуляции дыхательных движений (1868), многие авторы придерживаются этой теории двух родов волокон в стволе п. vagi — вдыхательных и выдыхательных, связанных с соответствующими центрами в мозговом стволе.

Однако ни анатомически ни функционально существование двух родов дыхательных волокон в стволе п. vagi нельзя считать доказанным.

Более экспериментально обоснованным следует считать взгляд, по которому в стволе мозга находятся различные центры, имеющие отношение к регуляции дыхания.

Trepan и Book (1922) нашли, что после двусторонней ваготомии у децеребрированных кошек по верхнему уровню pontis Varolii получаются судорожные дыхательные движения с длительными инспираторными паузами.

Henderson и Sweet (1928) указали на то, что при перерезке pontis V. судорожные сокращения вдыхательных мышц носят характер децеребрационной ригидности, и поставили это явление в связь с разрушением красного ядра или руброспинальных путей.

Adrian и Bronk (1928) определили очень чувствительным методом ритм токов действия в отдельном нервном волокне диафрагмального нерва — ритм, соответствующий нормальному разряду дыхательного центра.

Adrian и Buytendijk (1931) доказали несомненное наличие ритмических дыхательных разрядов в мозговом стволе, изолированном от всяких рефлекторных воздействий у золотой рыбки.

Adrian (1933) выяснил роль блуждающего нерва и показал, что разряды дыхательного центра зависят от импульсов, идущих от рецепторов растяжения легких.

Киселев и Меркулов (1933) подошли к изучению работы дыхательного центра с точки зрения учения о проприоцептивных и вегетативных влияний на него.

В настоящей моей работе я пытался выяснить, как далеко простирается влияние блуждающих нервов на работу дыхательного центра.

Методика

Опыты были поставлены на собаках как нормальных, так и децеребрированных. Я пользовался ритмическим раздражением центральных кондов блуждающих нервов токами различной частоты и силы. Дыхание записывалось с помощью мареевской капсулы, соединенной с носом или трахеей животного. В некоторых опытах записывалось также и кровяное давление. Для раздражения нервов применялись электроды Sherrington'a. Для перерывов индукционного тока в первичную спираль индукционной катушки вводился метроном. Момент раздражения отмечался электромагнитным отметчиком.

¹ Доложено на XV Международном физиологическом конгрессе в августе 1935 г.

Результаты

Опыты с различной частотой раздражения

Опыты были проведены на трех группах собак. В первой серии изучались изменения дыхания после двусторонней ваготомии; во второй — при сохраненных целых блуждающих нервах и в третьей — при одном целом и другом перерезанном нервах.

Опыты показали, что легче всего управлять ритмом дыхательного центра в широких пределах после двусторонней ваготомии, когда развивается вагус-диспное. В этом последнем случае, как известно, диспное может доходить до 3—4 судорожных дыханий в минуту; ритмическое раздражение одного из центральных концов перерезанных нервов может восстановить нормальный ритм дыхания, или, по желанию, может превзойти этот ритм в зависимости от частоты раздражения.

Поэтому в одном и том же опыте можно получить переходы от вагус-диспного к эйпное и от этого последнего к полипное.

Наиболее ясные и точные результаты получаются после обоюдосторонней ваготомии и при раздражении одного из концов перерезанных нервов.

Так, в одном из опытов (рис. 1 А) после перерезки нервов наступило диспное при 5 дыханиях в минуту; продолжительность вдоха доходила до 10 сек., а выдоха — 4 сек.

Применение ритмического раздражения левого центрального конца п. vagi 24 раза в минуту сразу прекращает диспное, и ритм дыхательного центра подчиняется ритму искусственного раздражения.

Как видно из рис. 1, переход от диспное к эйпное характеризуется уменьшением амплитуды дыхания главным образом за счет выдыхательной фазы, и грудная клетка принимает инспираторное положение. Продолжительность обеих фаз — вдыхательной и выдыхательной — выравнивается. По прекращении раздражения тотчас же наступает диспное.

В другой серии опытов с раздражением целых п.п. vagorum не удавалось подчинить ритм дыхательного центра ритму искусственного раздражения. При этом трудно было отметить какую-либо закономерность. Изменения, получившиеся в этой серии опытов, можно было бы отнести к периодическому типу дыхания.

В третьей серии опытов можно было получить наиболее существенные и интересные результаты. Тут приходилось считаться со взаимодействием волн возбуждений естественных и искусственных, т. е. идущих от легочных рецепторов по целому п. ваго и с центрального конца перерезанного нерва. Обе волны возбуждения при каждой фазе дыхания дают своего рода интерференцию, встречаясь в дыхательном центре.

Опыты показали различный результат раздражения от правого и левого нерва. Возникал вопрос, не содержит ли правый и левый п. vagus различное количество афферентных дыхательных волокон.

Если после перерезки одного нерва не наступает изменений в дыхании животного, то можно прийти и к другому выводу, — что второй нерв берет на себя функцию первого и его возбудимость повышается. Опыты подтверждают это допущение.

Отсутствие компенсаторной функции со стороны второго нерва доказывается тем, что перерезка одного из пп. vagorum тотчас же ведет к явлениям диспное.

Характерным в этих случаях является неподчинение или частичное подчинение ритма дыхательного центра ритму раздражения, вследствие чего получается неполное соответствие между ритмом раздражения и ритмом дыхания.

Иногда это расхождение настолько слабо выражено, что нуждается в специальном анализе, чтобы его обнаружить. Число дыхательных движений совпадает с числом ударов метронома, но момент раздражения совпадает с различной фазой вдоха или выдоха.

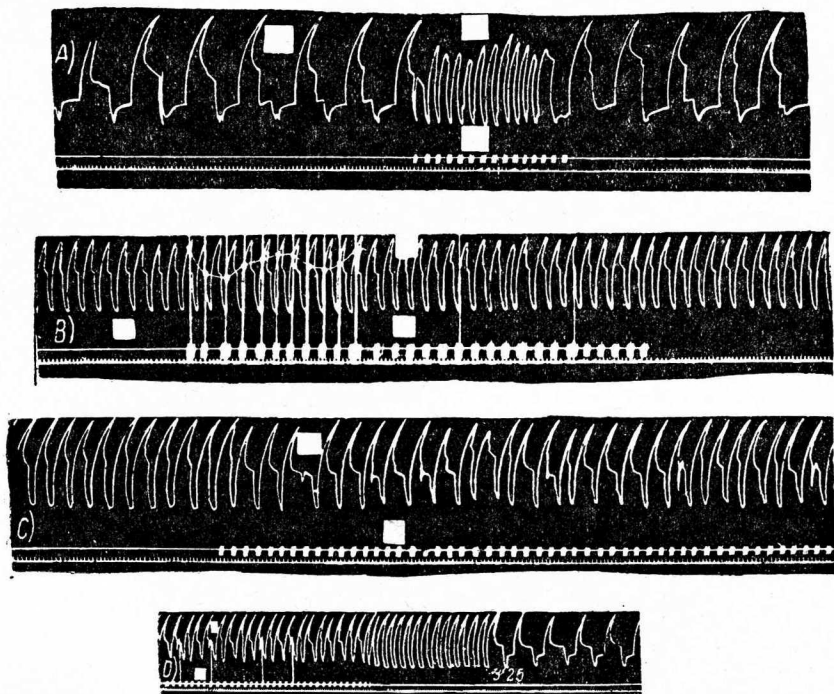


Рис. 1 *A* — раздражение центрального конца *p. vagi* после двусторонней ваготомии (24 раза в минуту). *B* — ритмическое раздражение центрального конца одного *p. vagi*; противоположный *p. vagus* цел, раздражение совпадает то с фазой вдоха, то с фазой выдоха. *C* — повторение предыдущего опыта; ритмическое раздражение вызывает периодические экстраэкспирации. *D* — исчезание экстраэкспираций по прекращении раздражения.

Это можно видеть, если построить ординаты от точек раздражения до их пересечения с дыхательной кривой (рис. 1 *B*). Явление это должно указывать на интерференцию волн возбуждения естественного и искусственного в дыхательном центре, о чем упоминалось выше.

В некоторых опытах эта интерференция проявлялась в другом виде, а именно в виде экстраэкспираций, которые однако тотчас же исчезали вместе с прекращением раздражения и появлялись вновь с наступлением раздражения (рис. 1 *C* и *D*).

Кроме того в этой серии опытов можно было также наблюдать периодический тип дыхания, который исчезал после прекращения раздражения центрального конца *p. vagi*.

Следующий опыт может служить примером периодического типа дыхания, в то же время доказывающего ослабленную работу дыха-

тельного центра. Перерезка левого п. *vagi* тотчас же дает диспное, указывая тем самым на отсутствие компенсаторной функции правого блуждающего нерва.

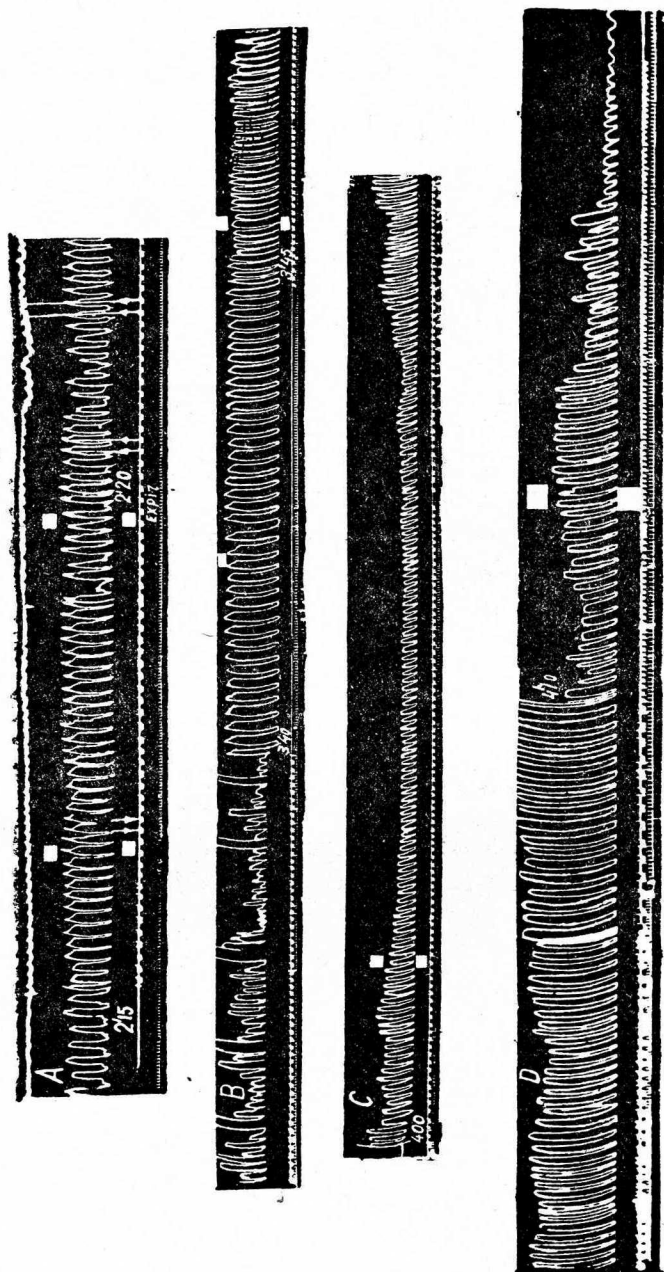


Рис. 2 А — ритмическое раздражение левого центрального конца п. *vagi*. Чередование вдоха и выдоха в момент раздражения; В — перерезка правого п. *vagi* (2 час, 40 мин.), правильное дыхание после ваготомии; С — длинная волна периодического дыхания; D — короткая волна периодического дыхания незадолго до смерти.

Ритмическое раздражение (2 часа 15 мин.) 16 раз в минуту центрального конца левого п. *vagi* дает также 16 дыханий в минуту. Вдыхания, бывшие в начале опыта, сменяются выдыханиями (2 часа 20 мин.). Перерезка второго п. *vagi* (рис. 2 В), в 2 часа 40 мин. не усиливает диспное. Скоро после ваготомии, ритмическое раздраже-

ние 24 раза в минуту дает правильное дыхание 24 раза в минуту, причем каждое раздражение вызывает вдох.

Возобновление раздражения вызывает появление волн периодического дыхания, доходящих до 6 минут по своей продолжительности (рис. 2 *C*). Учащение раздражения до 40 в минуту дает короткую волну периодического дыхания, продолжительностью около 1 минуты, вскоре после чего наступает смерть вследствие истощения дыхательного центра (рис. 2 *D*, 4 часа 10 мин.).

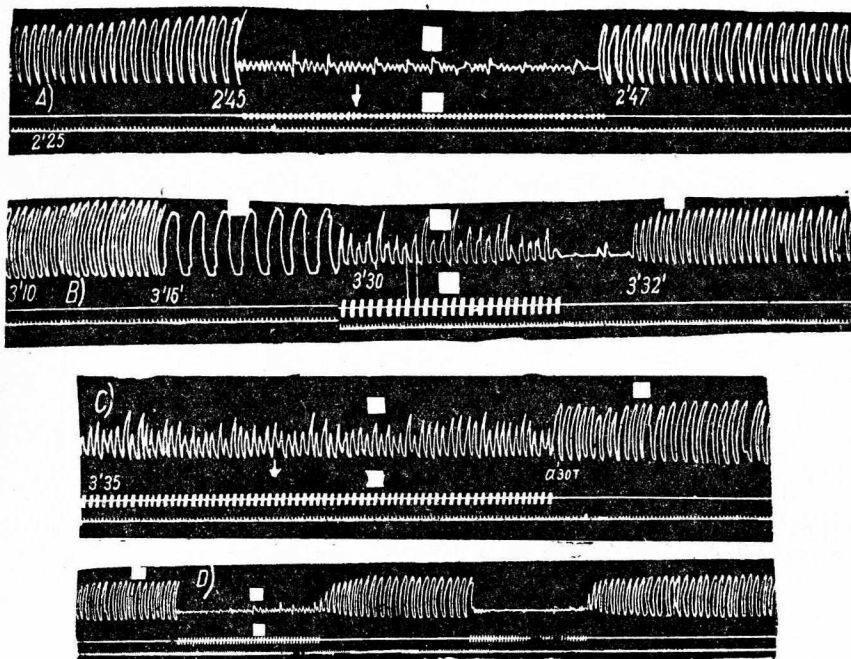


Рис. 3 *A* — ритмическое раздражение левого п. vagi 52 раза в минуту; *B* (продолжение) — перерезка правого п. vagi (3 часа 15 мин.). Восстановление нормального ритма дыхания после раздражения центрального конца левого п. vagi; *C* и *D* — реакция дыхательного центра на более частые раздражения 50—60 раз в минуту.

В тех опытах, в которых перерезка одного п. vagi не вызывала видимых расстройств дыхания, я получал результаты совершенно противоположные вышеописанным.

Легко убедиться, что второй п. vagus берет на себя компенсаторную функцию: появление вагального диспноэ только после выключения второго п. vagi доказывает повышенное тоническое состояние его.

Так в одном из опытов перерезка левого п. vagi не изменила нормального ритма дыхания — 24 раза в минуту.

Час спустя раздражение центрального конца перерезанного нерва 52 ударами в минуту дает такое же учащение дыхания (рис. 3 *A*, 2 часа 45 мин.).

Грудная клетка принимает инспираторное положение, амплитуда дыхания уменьшена. С прекращением раздражения устанавливается нормальный ритм дыхания — 24 раза в минуту.

Полтора часа спустя от начала опыта сделана перерезка второго — правого п. vagi; тотчас же наступает ритм дыхания — 8 раз в минуту

(рис. 3 В, 3 часа 15 мин.). В 3 часа 30 мин. раздражение левого вагуса 24 раза в минуту дает такой же ритм дыхания, и вскоре после этого дыхательный центр по прекращении раздражения дает самостоятельный ритм дыхания—24 раза в минуту. Более частый самостоятельный ритм дыхания вызвать не удастся: на 36 раздражений центрального конца левого п. *vagi* отвечает 36 дыханиями, но по прекращении раздражения частота самостоятельного дыхания не превосходит 26 в минуту (рис. 3 С, 3 часа 35 мин.).

Дыхательный центр спустя 2 часа от начала опыта находится в хорошем состоянии. Каждое учащенное раздражение дает тотчас же учащение дыхания, причем грудная клетка устанавливается в инспираторном положении.

По прекращении раздражения наступает постепенное нарастание амплитуды дыхания в виде лестницы.

Опыты с различной силой раздражения

В другой серии я изучал влияние силы раздражения блуждающих нервов без изменения ритма.

Можно получить различный тип дыхания в зависимости от силы примененного раздражения: один и тот же п. *vagus* может дать либо

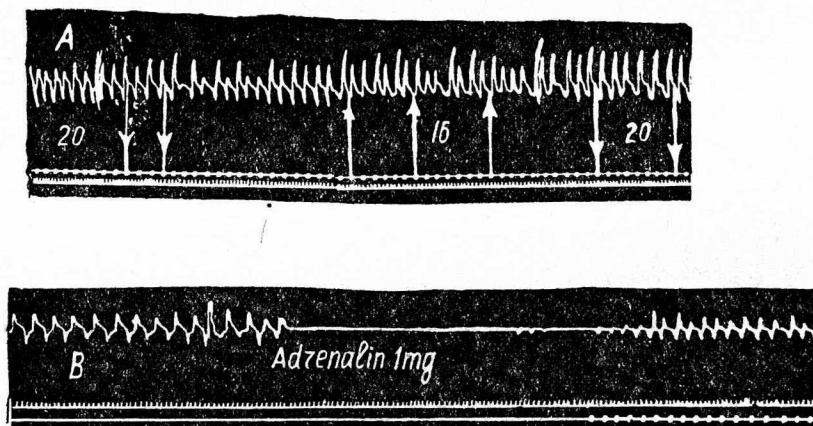


Рис. 4 А — ритмическое раздражение различной силы центрального конца п. *vagi* после двусторонней ваготомии; В — тот же опыт; прекращение адренинового апноэ при последующем раздражении центрального конца п. *vagi*.

вдох либо выдох различной амплитуды. Так в одном опыте после двусторонней ваготомии ритм раздражения оставался один и тот же, менялась только сила раздражения в пределах расстояния катушек 15—20 см. При этих условиях, при расстоянии катушек в 20 см, дыхательный центр на каждое раздражение центрального конца п. *vagi* реагировал вдыханием, как это видно на рис. 4 А.

Момент раздражения совпадает с концом выдоха и началом вдоха.

Увеличение силы тока до расстояния катушек в 16 см изменяло картину в обратном смысле, — каждое раздражение дает теперь выдох, совпадая с концом вдоха и началом выдоха. Уменьшение силы тока до расстояния катушек в 20 см дает такой же эффект, как и при первом раздражении. Таким образом, меняя силу ритми-

ческого раздражения в определенных границах, мы можем получить то вдох то выдох. Выдыхательный центр требует более сильного тока, в то время как вдыхательный обладает большей чувствительностью. Пороговое раздражение для вдыхательных волокон в различных опытах колеблется между 15—20 см расстояния катушек, в то время как для выдыхательного центра порог лежит между 10—15 см расстояния катушек при электродвижущей силе тока 4 в.

Было также интересно исследовать влияние раздражения п. *vagi* во время апное. Апное вызывалось введением адреналина с последующим раздражением п. *vagi*; в других опытах введение адреналина сопровождалось одновременным ритмическим раздражением п. *vagi*.

Рис. 4 В показывает один из результатов такого рода опытов. Адреналиновое апное прекращается, как только начинается раздражение п. *vagi*. При непрекращающем раздражении п. *vagi* адреналиновое апное не удается получить.

Заключение

Хотя метод ритмического раздражения эфферентных волокон п. *vagi* очень прост, но он почти не применялся систематически для подражания ритму дыхательного центра.

Краткое указание по этому поводу имеется у Lumsden (1923), который получал укороченные фазы вдоха и выдоха во время апнейстического дыхания, периодически производя повторные раздражения п. *vagi*. Чаще всего авторами применялось растяжение и спадение легких для адекватного раздражения окончаний п. *vagoimit* в легких.

Применяя ритмическое раздражение п. *vagi*, мне удалось настолько точно и широко управлять работой дыхательного центра, что я мог получать не только эйпное и полипное вместо диспное, но и различные формы периодического дыхания, которые однако не приводятся в этой работе.

Наиболее существенным в учении о рефлекторной регуляции ритма дыхательного центра является вопрос о наличии двух эфферентных волокон в стволе п. *vagi* и их отношение в вдыхательной и выдыхательной частях в среднем мозге.

Большинство авторов, повидимому, склоняется к признанию теории двух родов волокон, но явления, связанные с механизмом вдоха и выдоха, могут быть скорее разъяснены изучением функционального состояния дыхательного аппарата, чем признанием различных эфферентных волокон.

Так подошли к изучению работы дыхательного центра Киселев и Меркулов, изучая импульсы с пп. *vagoimit*, особенно тормозные эффекты в связи с возбуждениями гуморального и рефлекторного происхождения, учитывая степень лабильности дыхательного центра в каждый момент.

При попытке объяснить различные результаты в наших опытах, а именно вдыхательные движения от слабых раздражений и выдыхательные от сильных, мы должны принять во внимание также и данные Lumsden, относящиеся к выдыхательному центру. При этом Lumsden становится на точку зрения Gad, принимая, что п. *vagus* оказывает на дыхательный центр главным образом тормозящее влияние.

Тормозящее влияние п. *vagoimit* на дыхательный центр признает и Adrian на основании его новых исследований: растяжение легких,

так же как и спадение посредством высасывания воздуха из них, в состоянии возбуждать афферентные импульсы.

При этом, согласно Adrian, достаточно наличия одного сенсорного механизма: учащение дыхания зависит от импульсов, возникающих в рецепторах растяжения легких (stretch receptors) и тормозящих каждый период вдоха в стволе мозга.

Мои опыты показывают также, что учащение дыхания можно получить прямым ритмическим раздражением п. vagi. Наибольшие затруднения встречаются при попытке объяснить ритмические выдыхательные движения, вызываемые сильными ритмическими раздражениями. В этом случае мы должны были бы допустить наличие второго сенсорного механизма, тормозящего каждый период выдоха при каждом раздражении. Измененную и извращенную реакцию дыхательного центра под влиянием сильных ритмических раздражений центрального конца п. vagi следует рассматривать с точки зрения учения о парабозе. Недавние исследования Adrian (1933) дали реальное обоснование торможению Введенского в дыхательном центре.

Adrian показал, что чрезмерное растяжение легких вызывает вначале появление неправильных разрядов и вскоре затем их полное исчезновение; ослабление растяжения при выпуске воздуха снова дает серию ритмических разрядов дыхательного центра.

В моих опытах переход от вдыхательных движений к выдыхательным более всего находит себе объяснение с точки зрения теории Ухтомского, по которому „возбуждение и торможение это лишь переменные состояния центров в зависимости от условий раздражения, от частоты и силы приходящих к нему импульсов“.

Выводы

1. Прерывистым раздражением центральных концов блуждающих нервов можно в широких пределах управлять ритмом дыхательного центра.

2. При целых блуждающих нервах их ритмическим раздражением управлять работой дыхательного центра не удастся.

3. Если после перерезки одного п. vagi развивается одышка, то перерезка второго не усиливает ее. В таком случае целостность второго п. vagi мешает ритму искусственного раздражения.

4. Периодический характер дыхания при раздражении центрального конца одного п. vagi, при целостности второго, исчезает после перерезки второго п. vagi, при продолжающемся раздражении центрального конца первого.

5. Один и тот же п. vagus при прочих равных условиях в состоянии отвечать на ритмическое раздражение его центрального конца вдыхательными или выдыхательными движениями, в зависимости от силы тока и состояния дыхательного центра.

6. Если дыхательный центр находится в хорошем состоянии, то повторным раздражением одного из перерезанных п. vagorum можно восстановить самостоятельное дыхание с нормальным ритмом.

Поступило в редакцию
21 марта 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Adrian E. D. Journ. Physiol. 79, 332, 1933. — Adrian E. D. and Buytendijk. Journ. Physiol. 71, 121, 1931. — Adrian E. D. and Bronk D. W. Journ. Physiol. 67, 81, 1929. — Henderson and Sweet. Amer. Journ. Physiol. 1928. — Киселев и Меркулов. Тр. Ленингр. о-ва естествоисп. 62. — Lumsden T. Journ. Physiol. 58, 81, 1923. — Trevan J. and Book D. Journ. Physiol. 56, 331, 1922.

THE REFLEX CONTROL OF THE RESPIRATORY CENTRE

by A. M. Melik-Megrabov

Physiological Laboratory of the Medical Institute, Odessa

In the present paper we have endeavoured to prove how extensively the respiratory centre is influenced by the vagus nerves.

If we leave the respiratory centre to itself, it causes spasmodic contractions of the inspiratory muscles which may be suspended either by distension of the lungs, or by stimulating the sensory ramifications of the vagus nerve. I used rhythmical stimulation of the cut nerves of different rate and strength.

The experiments were performed on three groups of dogs, both normal and decerebrated. In the first series—we studied the changes of breathing after cutting both vagus nerves, in the second without severing them, in the third—the nerve on one side was cut, whereas on the other it was preserved.

In some experiments we studied also the effect of breathing on the blood pressure.

The experiments showed, that one may obtain the most accurate results after cutting the nerves on both sides. Rhythmical stimulation in these experiments may restore the normal type of breathing.

By increasing the rate of stimulation, we obtain a correspondence in increase of the breathing rhythm.

The length of inspiration during dyspnoea is considerably greater than that of expiration.

In artificial breathing this difference disappears and both periods become even equal.

The more frequent stimulation sets the chest in the inspiratory position so that breathing movements are shorter at the expense of expiration.

In the second series of experiments, with intact nerves, we fail to submit the work of the breathing centre to the rhythm of stimulation, and it was impossible to observe any regularity. The results that we received might be characterized as a periodical breathing.

In the third series of experiments may be obtained the most essential results which depend upon the interaction of both stimuli—natural and artificial: the first going from the periphery along the intact nerve, and the second—from the central of the nerve. Both stimulations meet in the respiratory centre.

The experiments have shown that one receives different results from the stimulation of the right and the left nerves. Therefore it may be assumed that in different nerves there are unequal numbers of nerve fibres. It is necessary to take into consideration the tonic state of the opposite nerve.

If after cutting one nerve there is no change in the breath, we may conclude that the second nerve takes upon itself the function of the first nerve, and its excitability increases. Experiments justify this assumption. Thus, in one experiment, the cutting of the left nerve does not cause any changes in breathing, and there are 24 breathings a minute; faradaic current, rhythmically broken 52 times a minute, is introduced; the breathing coincides with the beatings of a metronome. The subsequent cutting of the right nerve causes dyspnoea with six movements of the chest a minute.

Now we use again the rhythmical stimulation twenty four times a minute; the breathing is submitted to this stimulation.

The absence of the compensatory function on the part of the second nerve may be seen from the fact that by cutting only one nerve, we immediately call forth phenomena of dyspnoea.

A characteristic feature of these cases is the insubordination or only a partial subordination of the breathing centre to the rhythm of stimulation, in consequence of which we observe an incomplete correspondence between the rhythm of stimulation and that breathing.

Sometimes this discrepancy is so slight that it needs a special investigation to detect it. The number of breathing movements coincides with the rhythm of the metronome, but the moment of stimulation is coincident with different phases of inspiration and expiration; this may be seen if we set the ordinates from the points of stimulation and let them intersect the curves of breathing. This phenomenon must indicate the interference of the waves of natural excitation going along the intact nerve with those of artificial excitation of the cut nerve of the other side.

In experiments with a complete compensatory function of the remaining nerve, we did not observe this, and in these cases every stimulation exactly coincided for many hours either with the inspiration or with the expiration.

In some experiments this interference manifested itself in arhythmia of breathing with extra expirations, which disappeared after the suspension, of the stimulation, and reappeared with its resumption.

Regular breathing may be attained by excluding both the first and the second vagus, because in this case the impulses which arise in the lung stretch receptors, as shown by Adrian, fall short of the centre.

Stimulation of the central end of the cut nerve with the other nerve remaining intact, manifested itself in another way too, namely in a twice diminished number of breathing movements. Each stimulus causing inspiration coincides with the initial period of inspiration, the next stimulus coinciding with the descending curve of the inspiration, without changing it. Thus, we obtain half the number of breathing movements, as compared with the normal rhythm, which shows the refractory state of the inspiratory phase.

In another serie of experiments I studied the influence of the strength of stimuli applied to the vagus nerves without changing the rhythm. Different types of breathing may be established depending on the strength of stimuli: one and the same vagus may call forth now inspirations, now expirations.

The threshold stimulus for inspiratory fibres in the different experiments ranges from 15 to 20 cm—distance between the primary and the secondary coils of the inductorium, whereas for the expiratory fibres it lies between 10 and 15 cm—the electromotive power being 4 V.

Apparently the se data may serve to support the theory of there being two kinds of afferent fibres in the vagus, expiratory and inspiratory.

By means of stimulating the central ends of the vagi, we succeeded in cutting short the apnoe caused by adrenalin. Under normal conditions, the nervous and humoral factors in the body which are indissolubly connected with one another, simultaneously control the work of the respiratory centre.

ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗООБМЕНА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УТОМЛЕНИЯ

Сообщение 1. Изменения газообмена при переноске и стоянии с грузом¹

В. Б. Либерман, П. А. Некрасов, Н. С. Савченко, А. Д. Слоним
и В. С. Фарфель²

Из лаборатории физиологии труда (зав. — П. А. Некрасов) Ленинградского института организации и охраны труда

Несмотря на противоречивые и далеко не убедительные литературные данные о связи газообмена и утомления, до недавнего времени принималось почти как само собой разумеющееся, что при развитии утомления, коэффициент полезного действия рабочих приборов человеческого организма падает, т. е. расход энергии на единицу работы, а при постоянстве работы, следовательно, и на единицу времени, повышается [Ухтомский (1), Ефимов (2), Кекчеев (3) и др.]. Основанием к такому категорическому признанию были лишь отчасти опытные данные, полученные на человеке; в значительной мере эта уверенность черпалась из экспериментов на изолированных мышцах, из которых со всей убедительностью вытекало, что с утомлением изометрический коэффициент молочной кислоты и коэффициент кислородного устранения молочной кислоты падают (Мейергоф (4)).

В последнее время физиологи труда под влиянием неудач при слишком широком применении метода газообмена, склонны считать, что газообмен ни в коей мере не может отразить утомления.

Имеющиеся литературные данные действительно способствуют этому установившемуся взгляду.

Zuntz и Schumburg (5), изучавшие влияние длительной работы на газообмен до и после 5—6-часового марша в 25 км на тротуаре, обнаружили определенный рост потребления O_2 после марша. Однако относить это повышение исключительно за счет утомления нет достаточных оснований, так как авторами не учитывалось возможное специфически-динамическое действие пищи, принимавшейся испытуемыми на полпути. Magne (6), изучавший газообмен на всем протяжении 30-километрового марша либо совсем не наблюдал повышения потребления O_2 к концу марша, либо это повышение было незначительно.

Рядом авторов изучался газообмен при длительной работе на велоэргометре. Полученные результаты оказались у разных авторов не вполне согласующимися друг с другом.

Так, Benedict и Cathcart (7), заставляя испытуемого в течение почти 4 часов производить через каждые 35 минут — 10-минутную очень напряженную работу, обнаружили падение коэффициента полезного действия (к. п. д.) до 10%. Однако следует

¹ Работа выполнена в 1930—1931 гг.

² В экспериментальной части участвовали С. М. Пелиновская, Н. В. Хранилова и Р. Б. Школьников.

отметить, что это падение к. п. д. сопровождалось трансформированием рабочего темпа в более медленный вследствие сильного утомления подошпытного.

Magne (6), исследуя непрерывную на протяжении нескольких часов работу, не обнаружил падения к. п. д.

Henderson, Dill, Caulert, Töpling и Caulidge (8) констатировали, что при очень тяжелой работе, характеризующейся потреблением O_2 в 2000 $см^3$ в минуту, величина этого потребления на всем протяжении часового опыта оставалась строго постоянной. В опытах Herbst и Nebouloni (9) на том же велоэргометре отмечается, наоборот, регулярное повышение потребления O_2 к концу работы, длительность которой, впрочем, не превосходила 40 минут. Это повышение авторы относят целиком за счет увеличения количества мышц, вовлекаемых в работу, вследствие дискоординации движений, наступающей при утомлении. Степень увеличения потребления O_2 к концу работы была при всех применявшихся ими нагрузках приблизительно одинаковой, достигая 12—14% величины при начале работы. Незначительность этого увеличения и постоянство его при разных нагрузках авторы объясняют специфичностью работы на велоэргометре, не позволяющей добавочно вовлекать в сокращение большие группы мышц.

В опытах с длительным подъемом груза (штанги) — М. Е. Маршак (10) не нашел никаких изменений в газообмене на протяжении 2-часовой работы и пришел к выводу, что газообмен ни в какой мере не может служить показателем нарастающего утомления при работах средних по тяжести или умеренно тяжелых. Наоборот Irwin Fischer (11) в работе на ручном эргографе обнаружил при утомлении закономерное падение коэффициента полезного действия, причем в его работе величина потребления O_2 к концу работы оставалась практически постоянной, величина же работы значительно падала, что и обуславливало снижение к. п. д.

Некоторое увеличение в потреблении O_2 к концу работы обнаружено И. Л. Каном (12) при изучении длительной опиловки металлов. Несколько увеличенный расход энергии во вторую половину рабочего дня относительно первой был обнаружен также Окуневой, Штейнбах и Щегловой (13) у исследованных ими женщин при переноске груза. Однако здесь это увеличение могло быть обусловлено неучитываемым авторами специфически-динамическим действием пищи. Миллер и Могилянская (14) обнаружившие у рабочих-револьверщиков некоторое увеличение расхода энергии во вторую половину рабочего дня, объясняют его специфически-динамическим действием пищи, принятой рабочими во время обеденного перерыва. К совершенно определенным результатам в отношении изменений газообмена пришли также Каган с сотрудниками (15), Карпинский, Миллер, Прупис и Сахновский (16) при изучении ручной и конвейерной работы и работы кузнецов и нагревательщиков.

В работах перечисленных авторов легочная вентиляция в общем давала картину аналогичную картине потребления O_2 .

В опытах Herbst и Nebouloni легочная вентиляция давала еще больший рост, чем потребление O_2 . В других опытах, наоборот, вентиляция изменялась мало, и рост потребления O_2 шел за счет увеличения процента потребления O_2 (Zuntz и Schumburg).

Несколько более постоянные изменения обнаружены при длительной работе в дыхательном коэффициенте (д. к.). Большинство авторов констатировали падение д. к., причем это падение, выражающее собой переход от использования углеводов к использованию жиров, обычно рассматривалось как показатель некоторого относительного обеднения организма углеводами.

Некоторыми авторами падению д. к., как показателю накапливающегося утомления, придается большее значение. Так, Ашаг (17) склонен считать, что в дыхательном коэффициенте мы имеем весьма чувствительный индикатор на состояние утомления. Simpson (19) обнаружил, что д. к. изменяется не только в течение длительной работы, но и на протяжении рабочей недели, давая колебания, аналогичные тем, которые наблюдаются в производительности. К концу недели д. к. падает, выравниваясь лишь после дня отдыха.

Таким образом большая часть приведенных данных показывает сравнительно малую изменчивость газообмена при длительной работе.

Для того чтобы выяснить изменения газообмена при длительной, утомляющей мышечной работе, исследование целесообразно ставить в лаборатории на работе такого типа, которая может поддерживаться более длительное время, сохраняя при этом более или менее постоянной свою величину в единицу времени.

В нашей лаборатории был детально изучен газообмен при следующих работах: переноске мешков с зерном, опиловке металла, подъеме груза и при работе на велоэргометре. Кроме того в отдельной

серии опытов был изучен газообмен при выполнении длительной статической работы — стоянии с грузом.

В наших опытах прослеживалось изменение газообмена как при выполнении самой утомляющей работы, так и при выполнении включенных по ходу „рабочего дня“ функциональных проб, заключающихся в даче испытуемому кратковременной, более напряженной работы.

Переноска груза

Работа заключалась в переноске на спине мешков с зерном, весом в 64 и 96 кг. Груз брался с подставки, высота которой (96 см) была так подобрана, что стоявший на ней мешок мог быть взят на спину без дополнительных его поднятий и подбрасываний. Грузчик становился к мешку спиной, схватывал его, нагибался (при этом мешок отделялся от подставки) и совершал с ним требуемый путь. Одновременно то же самое делал другой грузчик, беря мешок со второй подставки, находившейся на другом конце лаборатории. Груз переносился с одной подставки на другую (применялись две длины пути: 25 м и 40 м) после чего испытуемый возвращался порожняком, чтобы снова со своей подставки взять груз, уже поставленный его партнером. Предварительными хронометражными наблюдениями было установлено, что время, затрачиваемое грузчиками на всю операцию при расстоянии между подставками в 25 м, равнялось 40 сек. и при расстоянии в 40 м — 60 сек., причем время, затрачиваемое на перенос, довольно точно соответствовало времени возврата порожняком. Для сохранения постоянства темпа была введена автоматическая сигнализация каждые 20 сек. — для пути в 25 м и 30 сек. — для пути в 40 м.

Газообмен учитывался по методу Douglas-Haldane. Пробы выдыхаемого воздуха брались в мешки Дугласа при покое, во время работы и во время восстановления. Пробы покоя и восстановления забирались при лежачем положении испытуемых.

Взятие рабочих проб происходило через правильные интервалы на протяжении всего „рабочего дня“. При этом длительность отдельных заборов выдыхаемого воздуха обычно равнялась 2 минутам и всегда строго соответствовала целому числу рабочих операций.

Наиболее легкие для подопытных длительные опыты заключались в переноске мешков весом в 64 кг в течение 6-часового „рабочего дня“ при таком режиме, когда 15-минутные приемы работы чередовались с 45-минутными периодами отдыха.

После 3-го часа как в этой серии, так и в других, подопытным давался дополнительный перерыв (обычно 30 мин.) для приема стандартного завтрака.

Как видно из табл. 1, потребление O_2 у обоих испытуемых дает более или менее устойчивый уровень для каждой половины „рабочего дня“, разделенного обеденным перерывом. Уровень потребления O_2 второй половины дня в общем несколько выше, чем уровень первой. Это обстоятельство, напоминающее собой результаты опытов Окуновой, Штейнберг и Щегловой (13), нельзя не поставить в связь со специфически-динамическим действием пищи, для которого, однако, мы не старались давать определенного значения и производить вычет из рабочих проб, так как согласно экспериментальных данных одного из нас (Н. С. Савченко, 18) величины специфически-динамического действия весьма индивидуальны и при работе отличаются от величин в покое. Повышение обмена во вторую половину дня не очень велико и в пределах второй половины (так же как и первой) нет закономерного изменения в кислородном потреблении. Не обнаруживает никаких закономерных изменений и легочная вентиляция и дыхательный коэффициент, а также кислородный восстановительный остаток.

К серии опытов, где на протяжении тех же 6-ти часов ношение мешков в 64 кг было распределено иначе: 40 мин. работы и 20 мин. отдыха, испытуемые уже испытывали определенное и значительное уто-

ТАБЛИЦА 1

Легочная вентиляция и потребление O_2 за 1' работы в течение рабочего дня

№№ серия опытов	Дата	Испытуемые	Ц и к л ы									Примечание
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Средние величины из 4 опытов	З.	29,2 1 474	28,9 1 450	29,1 1 473	31,4 1 547	30,0 1 456	32,3 1 449				Переноска мешков весом 64 кг каждый, расстояние переноса — 25 м, длительность переноса — 40 сек.; режим опыта: 15 мин. работы и 45 мин. отдыха; всего таких циклов за опытный день было 6; после третьего цикла испытуемые завтракали.
	"	Е.	31,2 1 415	36,1 1 598	30,1 1 442	32,0 1 534	32,5 1 521	32,6 1 545				
2	"	З.	30,5 1 546	28,6 1 458	29,6 1 486	32,2 1 597	33,0 1 607	33,7 1 718				Переноска мешков весом 64 кг каждый, расстояние переноса — 25 м, длительность переноса — 40 сек.; режим опыта: 40 мин. работы и 20 мин. отдыха в каждом цикле; всего таких циклов за опытный день было 6; после третьего цикла испытуемые завтракали.
	"	Е.	31,3 1 470	30,8 1 489	29,5 1 408	30,6 1 512	30,6 1 513	31,2 1 508				
3	8/IV	З.	35,4 —	36,0 1 829	35,6 2 154	35,5 1 747	33,9 1 715	41,8 2 115	36,1 1 794	37,3 1 906	34,1 1 678	Переноска мешков весом 96 кг каждый; расстояние переноса — 25 м, длительность переноса — 40 сек. Режим опыта: 15 мин. работы и 30 мин. отдыха. После пятого цикла испытуемые завтракали. Во всех сериях пробы забирались при переносе 14—15-го мешка каждого цикла. Приведено для каждого испытуемого по 1 опыту.
	8/IV	Е.	38,2 1 669	36,9 1 731	37,7 —	37,0 1 669	37,4 1 732	38,2 1 799	40,3 1 846	39,3 1 792	36,2 1 643	

мление. Однако и здесь (см. ту же табл. 1) картина осталась приблизительно такой же, как и в первом случае.

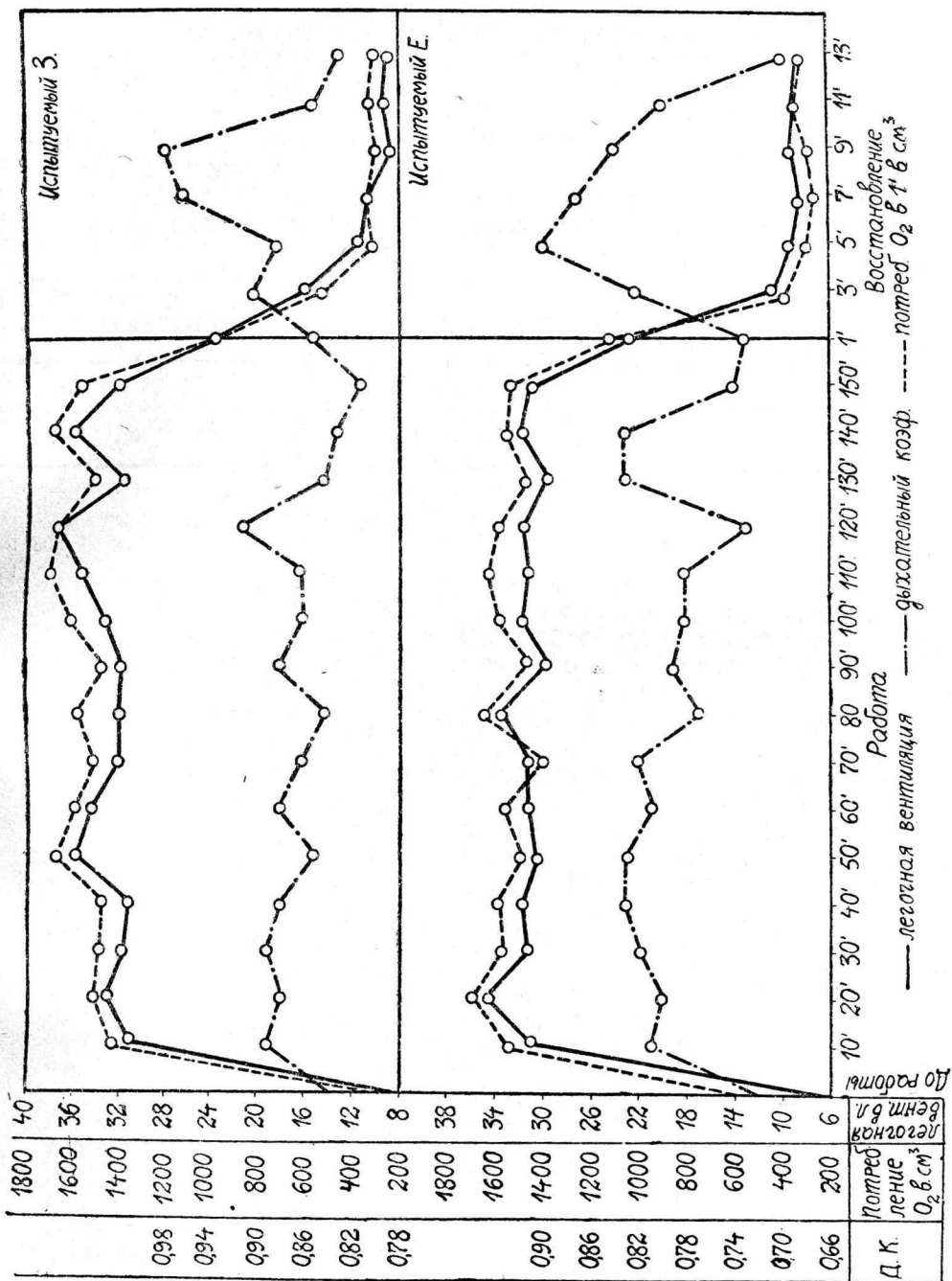


Рис. 1

Третья серия была еще более утомительной, т. к. в ней подопытные хотя и отдыхали больший процент времени (режим: 15 мин. работы и 30 мин. отдыха), но вес мешков был доведен до 96 кг. Этих опытов по причине их крайней утомительности было поставлено

только 2. И здесь не только нет нарастания обмена к концу дня, но намечается даже его падение (табл. 1, разд. 3).

Можно было бы думать, что отсутствие или слабая выраженность изменений в потреблении O_2 являлись результатом того, что работа все время сменялась длительными отдыхами, дающими возможность организму восстановить нарушенное за рабочий прием равновесие и тем самым предотвратить падение коэффициента полезного действия и, соответственно, рост потребления O_2 . Однако опыты, поставленные на менее длительных отрезках рабочего дня (2—2 $\frac{1}{2}$ часа), но при полном исключении какого бы то ни было отдыха или при наличии только одного отдыха в середине работы (кроме коротких периодов отдыха при возврате за мешками), показали, что это не так.

ТАБЛ

Переноска 64 кг на

Опыт от 23/II 1930 г.

Что определялось	До работы	Р а б								
		6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'
V_0 в 1 мин.	5,1	38,5	40,8	42,5	45,5	46,0	45,8	44,1	41,2	40,6
O_2 в 1 "	238	1 825	1 757	1 891	1 875	1 895	1 795	1 777	1 689	1 677
д. к.	0,82	0,98	1,00	1,01	1,04	1,04	1,05	0,98	1,01	1,03

Рис. 1 приводит данные, относящиеся к одному из таких опытов от 20/II 1930 г., который заключался в переноске мешков весом в 64 кг на расстоянии 40 м с нормальным темпом ходьбы. Длительность опыта 2 часа 30 мин. (без перерывов).

В течение этого времени было перенесено каждым испытуемым по 150 мешков. Работа сопровождалась обильным потоотделением и значительным субъективно ощущаемым утомлением. Несмотря на это, как видно из рис. 1, потребление O_2 лишь у испытуемого З. показывает некоторую тенденцию к повышению к концу работы; у испытуемого же Е. этого повышения уже никак обнаружить нельзя. Величина вентиляции у обоих испытуемых в общем следует за величиной потребления O_2 . Дыхательный коэффициент у обоих испытуемых показывает по истечении первых 40—50 мин. работы некоторое снижение, особенно заметное у испытуемого Е. Восстановление по кислороду заканчивается у испытуемого З. на 7-й минуте, у Е. — на 5-й.

Естественно возник вопрос, не является ли отсутствие повышения газообмена у наших испытуемых последствием их высокой многолетней тренированности? Для выяснения этого вопроса был поставлен опыт на одном из нас (В. Ф.), для которого тяжелая физическая работа являлась непривычной. Работа заключалась в переноске груза в 64 кг на расстоянии 25 м с тем же ритмом, с которым работали грузчики. Длительность всей работы — 1 ч. 50 мин., в течение которых было перенесено 162 мешка. Величина выполненной работы — 768 000 м/кг. Работа сопровождалась чрезвычайно обильным потоотделением и значительным ощущением утомления; еще несколько дней после опыта удерживалось сильное болевое ощущение в мышцах туловища и рук. Однако потребление O_2 (табл. 2) на протяжении опыта повышалось и то незначительно лишь первые 30 минут, далее потребление кислорода постепенно снижалось, достигнув к концу опыта 76% начальной величины, т. е. обнаружив весьма значительное сни-

жение. Восстановление закончилось на 11-й минуте, т. е. почти так же, как и у грузчиков. Величина кислородной задолженности ($1745 \text{ см}^3 \text{ O}_2$) не намного превышает потребление O_2 за 1' работы.

Данные этого опыта говорят о том, что отсутствие роста потребления кислорода у грузчиков отнюдь не связано с их многолетней тренированностью и, следовательно, причины его нужно искать в особенностях газообмена при утомительной работе подобного типа.

Таким образом, почти во всех приведенных опытах, за исключением опыта на исп. В. Ф. либо наблюдается неизменность величины потребления O_2 , либо выявляющиеся изменения ничтожны.

В приведенных опытах мы рассматривали кривую потребления кислорода при постоянной работе. Постоянство потребления O_2 могло

ИЦА 2

расстояние в 25 м

Испытуемый В. Ф.

о т а						Восстановление						
60'	66'	72'	84'	96'	108'	1'	5'	9'	11'	13'	15'	17'
37,7	39,7	38,8	36,4	35,3	35,0	27,0	10,3	7,6	8,8	7,0	5,7	6,9
1 557	1 663	1 540	1 452	1 504	1 390	1 077	400	276	291	233	236	267
1,03	1,02	1,04	1,03	0,94	0,92	0,95	0,97	0,88	1,06	0,90	0,79	0,92

служить таким образом указанием на неизменность величины коэффициента полезного действия. Однако из того факта, что грузчик за единицу времени переносит с постоянным ритмом всегда одно и то же количество мешков, мы еще не можем делать решающего вывода о том, что действительная величина внешней выполняемой им работы остается постоянной. Основным показателем работы, выполняемой при ходьбе с грузом, является произведение высоты поднятия тела при каждом шаге на вес тела плюс вес груза. Вес тела и груза остается за время работы приблизительно постоянным (несколько убывая к концу работы от сильного потоотделения). Категорически утверждать, что и высота поднятия туловища также остается постоянной, мы не имеем основания. Работа Шпильберг (20), проведенная в биомеханической лаборатории Н. А. Бернштейна в Институте охраны труда (Москва), показывает с несомненной убедительностью, что при развитии утомления высота подъема туловища носчика кирпича при ходьбе уменьшается.

В наших опытах мы лишены были возможности ставить параллельно исследованию газообмена и циклографические исследования. Однако во многих случаях уже на-глаз было заметно, что бодрый шаг в начале работы к концу ее превращался в „скользящий“ шаг, когда грузчик, стремясь как можно меньше поднимать свое тело, при каждом шаге переставлял ноги, почти шаркая ими по полу. В особенности убедительным кажется нам в этом отношении опыт от 23/II, когда совершенно нетренированный испытуемый показал к концу работы такое сильное падение величины потребления O_2 . Оно несомненно было вызвано все большей экономизацией работы при ходьбе, выразившейся в уменьшении высоты поднятия туловища при перемещении ног. Несомненно, что у опытных квалифицированных грузчиков этот процесс экономизации ходьбы идет не так далеко, и поэтому мы не встречали у них такого снижения обмена, как

у нетренированного испытуемого. Вполне однако вероятно, что фактическая работа, выполняемая грузчиком, вследствие изменения шага по мере ее продолжения все уменьшается и, если при этом мы все же обнаруживаем постоянную величину газообмена, то это должно свидетельствовать о некотором снижении коэффициента полезного действия.

Если правилен этот последний вывод, то встает вопрос, чем следует объяснить это падение коэффициента полезного действия. Мы склоняемся к мысли, что объяснение ему нужно в основном искать в некотором расстройстве координации движений, понимаемом не только в смысле недостаточно четкой направленности движений тех мышц, которые непосредственно участвуют в рабочем акте, но и в смысле вовлечения в работу добавочных мышечных групп принимавших до этого в этом процессе лишь незначительное участие. Большинство авторов, экспериментировавших на людях, этим фактором вовлечения в работу вспомогательной мускулатуры и объясняют наблюдавшееся в некоторых случаях повышение расхода энергии при утомлении. В акте ходьбы, являющейся основной работой грузчика, возможности вовлечения в работу добавочных мышц тела весьма ограничены. Однако некоторая дискоординация движений все же имеет место. На это также указывают данные Ш п и л ь б е р г, полученные при циклографической съемке утомленного носчика кирпича. Из этих данных видно, что четкий „одновершинный“ тип кривой усилий в равных точках тела делается двухвершинным, ломанным. Мы имеем, таким образом, два одновременно протекающих противоположно направленных, процесса: с одной стороны, длительная работа сопровождается уменьшением высоты поднятия туловища, т. е. работа, выраженная в $кг/м$, падает. С другой стороны — передвижение и поднятие туловища с развитием утомления происходит менее координированно, что ведет к увеличению работы, выполняемой отдельными звеньями тела. Мы не знаем, каково удельное значение этих двух факторов. На основании того, что в наших условиях расход энергии у тренированных грузчиков практически не повышался, а у нетренированного подопытного В. Ф. даже очень сильно снижался, можно говорить, что расстройство координации и вовлечение вспомогательной мускулатуры при ходьбе с грузом не очень велико.

Еще один существенный момент мог играть роль в этом отсутствии повышения энергетического расхода при утомлении — это элемент „статической“ работы. Грузчик при утомлении более всего жалуется не на боль в ногах, на мышцы которых падает почти вся часть динамической работы, а на боль в мышцах спины, шеи и рук, т. е. в тех мышцах, на которые ложится поддержание груза и сохранение определенного соотношения центра тяжести к опорной поверхности.

Нами были поставлены опыты, в одной серии которых испытуемым давалось задание носить в обычном темпе груз, не скидывая его со спины столько времени, сколько он в состоянии выдерживать.

В другой серии испытуемый стоял в обычной позе, удерживая мешок на спине, опять-таки столько времени, сколько мог. При этом оказалось, что длительность как в первом, так и во втором случае оставалась почти одна и та же (обычно 3 мин. при грузе в 64 $кг$ и $1\frac{1}{2}$ —2 мин. при грузе в 96 $кг$). Расход же энергии при переноске груза превосходил таковой при стоянии до 4 раз.

Наличие статического компонента в работе могло в наших условиях в значительной степени обусловить утомление от работы, не оказывая при этом заметного влияния на расход энергии.

Стояние с грузом

Изучение газообмена при статической работе производилось многими авторами. Однако наблюдений за газообменом при очень длительной статической работе почти не имеется совсем. Можно указать на данные Cathcart, Bedale и McCollum (21), исследовавших статическую работу длительностью до 1 часа 30 мин., согласно которым не наблюдается никакого роста газообмена при развитии утомления. По данным других авторов, например Passaner (22), при относительно длительных работах замечается, наоборот, подъем кривой газообмена.

Представляло интерес выяснить изменение газообмена при длительности статической работы (перемежающейся с периодами отдыха), приближающейся к длительности рабочего дня. Нами и были поставлены соответствующие опыты. Статическая работа заключалась в состоянии с грузом, в качестве которого служили металлические диски, укрепленные на перекинутые через плечи ляжки (диски свешивались спереди и сзади до уровня тазового пояса). Примененные в опытах варианты нагрузок и режим „рабочего дня“ были следующие (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

№№ опытных серий	Нагрузка (в кг)	Продолжительность от- дельных рабочих перио- дов (в мин.)	Продолжительность отды- ха между рабочими перио- дами (в мин.)	Общее число рабочих перио- дов за день
1	16	10	3	12
2	30	"	"	"
3	50	"	"	"
4	40	30	4	"

Величина потребления O_2 и легочной вентиляции при работе были весьма невелики и нигде не превосходили величины покоя больше чем на 50%. Незначительность расхода энергии на статическую работу является общеизвестным фактом. В нашем же случае она могла отчасти обуславливаться еще и тем, что низкое и симметричное положение груза способствовало сохранению равновесия тела.

Что касается изменений газообмена в течение всего „рабочего дня“, то приходится прежде всего отметить, что у разных испытуемых оно не одинаково. Исп. Б. по потреблению кислорода или практически не дает никаких изменений за день или даже обнаруживает снижение величин. Это видно из рассмотрения данных отдельных опытов и средних по отдельным сериям (рис. 2). Величины легочной вентиляции остаются у него практически без перемен, поэтому процент потребления кислорода или остается постоянным или, так же как кислород, падает. Дыхательный коэффициент в двух сериях дает некоторое нарастание к концу дня.

Исп. Ф. и К. дают совершенно другую картину (рис. 3). В первых трех сериях у них наблюдается по ходу опытов несомненный рост потребления кислорода, идущий в общем параллельно вентиляции при почти постоянном уровне дыхательного коэффициента и процента потребления O_2 (можно говорить лишь о тенденции к повышению процента потребления O_2 и к снижению д. к.). В последней, самой утомительной серии данные газообмена у этих испытуемых менее

закономерны. Однако и здесь мы имеем ту же основную тенденцию. Вентиляция и здесь попрежнему дает прогрессирующее нарастание у обоих испытуемых. Потребление кислорода почти во всех случаях дает нарастание, лишь к концу опыта сменяющееся понижением.

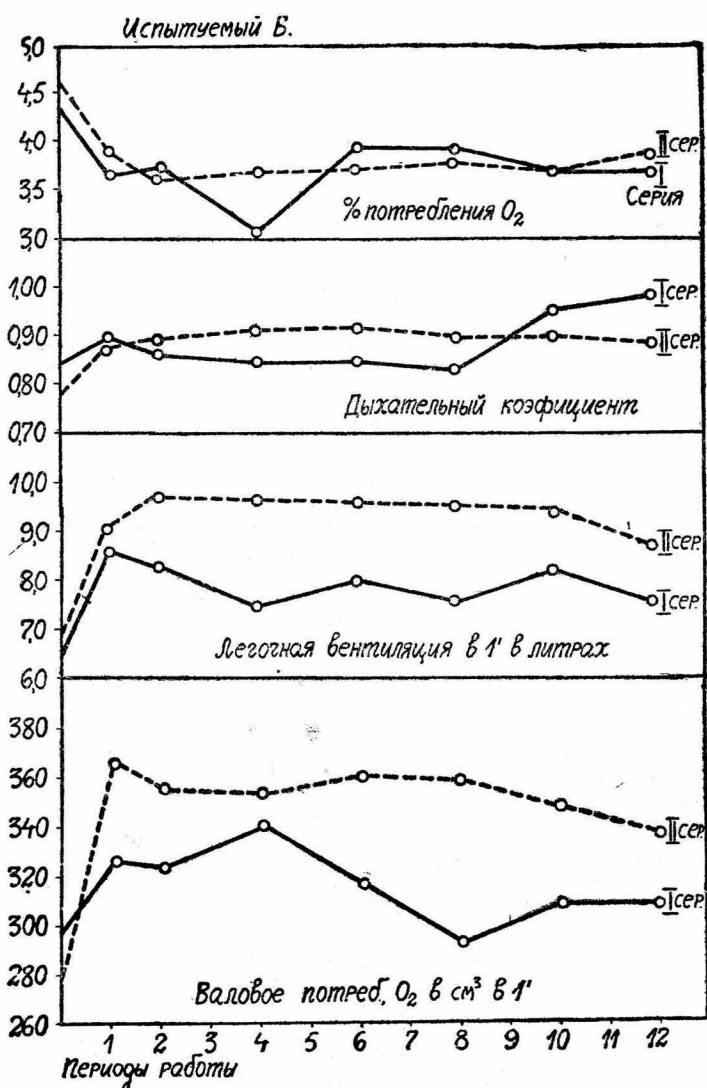


Рис. 2.

В отношении дыхательного коэффициента у обоих испытуемых можно говорить о тенденции к некоторому нарастанию к концу „дня“.

Нам кажется, что объяснение замеченным отличиям Б. и других двух подопытных может быть следующим. Как показали специальные хронометражные наблюдения на исп. К., статическая работа на протяжении дня не сохраняет в достаточной мере своей чистоты и в нее постепенно все больше вклинивается динамических нарушений. Эти нарушения заключались в увеличенном количестве перестановок ног и поправок ремней. Так как движения, хотя бы и ничтожные,

энергетически значительно более дорого обходится организму, чем поддержка груза, то отсюда, становится вполне понятным и наблюдающийся кислородный рост. В отношении отличия Б. от Ф. и К.

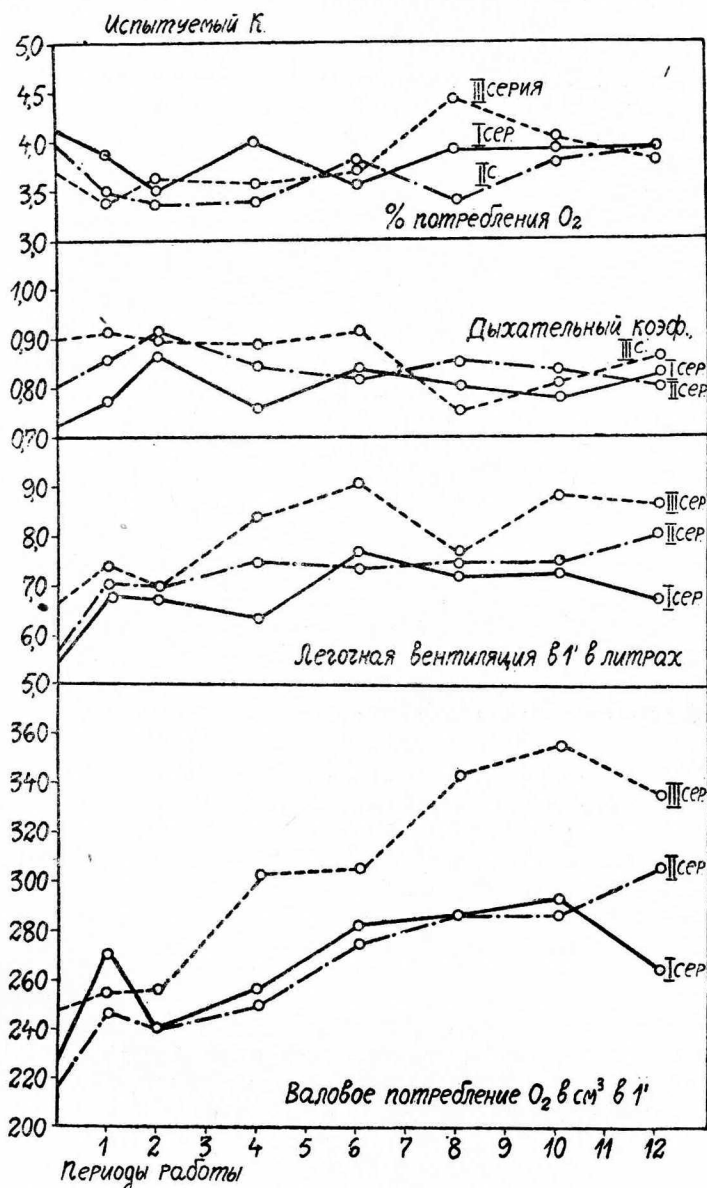


Рис. 3.

нужно сказать, что нельзя не провести параллели между этой особенностью и способностью к статической работе вообще. В опытах одного из нас (В. С. Фарфель), посвященных изучению статической работы правой и левой половины тела было показано, что как раз этот испытуемый обнаруживает по сравнению с Ф. и К. наибольшую выносливость к статической работе. Можно думать, что большая выносливость его к статической работе приводит к большей статич-

ности его работы и, главное, к меньшей ее деформации по ходу дня. К сожалению, этого предположения мы не можем подкрепить прямыми доказательствами, так как никакой регистрации включения динамических нарушений в статическую работу на этом испытуемом не проводилось.

Таким образом наши опыты показали, что при длительной статической работе можно наблюдать нарастание газообмена. Это нарастание мы связываем с увеличением динамических компонентов, вклинивающихся в работу (перемещения рук и ног, поправка ремней). Сама же статическая работа при постоянстве ее величины сохраняет и постоянство энергетических трат на протяжении всего „рабочего дня“.

Так как величина потребления кислорода при статической работе ничтожна и еще более незначительны по абсолютной величине приросты в расходе O_2 при утомлении, то мы должны признать, что в наблюдающихся изменениях газообмена при длительных работах смешанного характера (т. е. в огромном большинстве работ) статические компоненты практически не участвуют. Отсюда естественно ожидать, что там, где статический компонент в работе выражен значительно, а где утомление связано именно с ним, там нельзя ожидать при изучении газообмена характерных и значительных изменений.

Выводы

1. Потребление O_2 на протяжении длительной утомляющей переноски груза у тренированных грузчиков остается практически неизменным при всех исследованных режимах и вариантах груза.

2. У мало тренированного подопытного наблюдается при утомлении падение уровня потребления O_2 .

3. Указанные изменения, очевидно, стоят в связи с изменением механики ходьбы, а именно с уменьшением высоты поднятия туловища.

4. Потребление O_2 при статической работе, выполняемой через короткие паузы на протяжении нескольких часов, остается постоянным у тренированных испытуемых и вызывает у менее приспособленных к ней субъектов постепенное нарастание рабочего обмена, которое параллельно увеличению вентиляции при практически постоянном проценте потребления O_2 и дыхательном коэффициенте (за исключением особо утомительных опытов). В основном этот рост газообмена обязан нарушениям статичности работы и вклиниваниям в работу динамических компонентов.

5. Наблюдающийся в наиболее утомительных опытах рост дыхательного коэффициента вероятнее всего объясняется наличием к концу „рабочего дня“ некоторой относительной гипервентиляции, обязанной в свою очередь раздражающему (возбуждающему) влиянию самого поддерживания груза. (режущая в плечах боль и чувство общего стеснения).

6. Характер изменений газообмена при статической работе говорит за то, что статический компонент не играет ощутимой роли в случае роста потребления O_2 при длительной физической работе смешанного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ухтомский А. А. Физиология двигательного аппарата. Вып. I, гл. 6, 192 — 2. Ефимов В. В. Физиология труда. Часть II, гл. I. — 3. Кекчеев К. Х. Физиология труда. Часть II, гл. 4 и часть IV, 1931. — 4. Мейергоф О. Химическая динамика жизненных явлений. 1926. — 5. Zuntz, Schumburg. Beiträge zur Physiologie d. Marches. Berlin 1901. — 6. Magne H. Physiologie du travail. Notes et mémoires de l'institut Lannelongue, Ser. III, p. 25. 1922. — 7. Benedict a. Cathcart. Carneg. Inst. Publ. № 187. Washington 1913. — 8. Henderson, Dill, Caulert, Töpling a. Caulidge J. Biol. chem. 74, 36, 1927. — 9. Herbst u. Nebouloni. Zeitschrift. f. d. exp. Med. 57, H. 3—4, S. 450, 1927. — 10. Маршак М. Е. Доклад на энергетической конференции. — 11. Irwin Fischer. Arbeitsphysiol. 1931. — 12. Кан И. Л. Организация труда. № 3, 1928. — 13. Окунева, Штейнберг и Щеглова. Доклад на III съезде физиологов. 1928. — 14. Миллер и Могилянская. Труды Украинского института патологии и гигиены труда. Харьков. Вып. 8, стр. 63, 1930. — 15. Э. М. Каган, Долгин и др. Гигиена труда № 7—8, 1928. — 16. Карпинский, Миллер, Прупис и Сахновская. Гигиена труда № 7, 1931. — 17. Амар. Гигиена труда № 1, 21, 1925. — 18. Савченко. Физиол. ж. С.С.С.Р. Т. XIX, в. 6, 1935 и т. XXI, в. 2, 1936. — 19. Simonson и Sirkina. Arbeitsphysiol. 6, 528, 1933. — 20. Шпильберг. Гигиена, безопасность и патология труда, № 4—5, 1931. — 21. Catheart, Bedale, u. Mc Collum. Journ. of physiol. 57, № 3, 1923. — 22. Passaner. Z. f. Hygiene u. Infektionkrankh. 104. H. 1/2, 1925.

ÄNDERUNGEN DES GASWECHSELS ALS ZEICHEN DER ERMÜDUNG BEI LANGDAUERNDER KÖRPERLICHER ARBEIT

Mitteilung 1: Änderungen des Gaswechsels bei Bewegung und beim Stehen mit Belastung.

Von W. S. Farfel, W. B. Lieberman, P. A. Nekrassow, N. S. Sawtschenko,
und A. D. Slonim.

(Aus dem Laboratorium für Arbeitsphysiologie — Leiter: P. A. Nekrassow, — des Lenin-
grader Instituts für Organisation und Schutz der Arbeit).

Der Sauerstoffverbrauch während langdauernder, ermüdender Bewegung mit einer Last bleibt bei trainierten Personen unverändert, bei weniger trainierten lässt sich gegen Schluss des Versuches eine Abnahme der Sauerstoffverbrauches beobachten. Diese Veränderungen hängen damit zusammen, dass bei Ermüdung der Rumpf beim Schritt nicht mehr so hoch gehoben wird. Statische Arbeit (Halten einer Last auf den Schultern) geht bei trainierten Versuchspersonen bei konstantem Sauerstoffverbrauch vor sich, bei weniger trainierten ruft sie eine dauernde Zunahme des Arbeitsgaswechsels hervor, das heisst eine Zunahme der Ventilation bei konstantem respiratorischem Quotienten. Durch Einführung dynamischer Komponenten in die Arbeit lässt sich zeigen, dass sich dieses Anwachsen des Gasumsatzes im wesentlichen durch eine Störung des statischen Charakters der Arbeit erklärt. Bei besonders ermüdenden Versuchen mit statischer Arbeit lässt sich gegen Schluss des Versuches eine Erhöhung des respiratorischen Quotienten beobachten. Dies lässt sich durch eine relative Hyperventilation erklären, welche mit einem Schmerzgefühl in den Schultern verknüpft ist, das gegen Ende des Tages auftritt.

Die Art der Veränderungen des Gasumsatzes bei statischer Arbeit sprechen dafür, dass die statische Komponente keine wesentliche Rolle in den Fällen spielt, wo der Sauerstoffverbrauch bei Langdauernder körperlicher Arbeit gemischten Typus' zunimmt.

ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗООБМЕНА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УТОМЛЕНИЯ

Сообщение 2. Изменение газообмена при работе со штангой и при опиловке металла¹

В. Б. Либерман, П. А. Некрасов, Н. С. Савченко, А. Д. Слоним и В. С. Фарфель²

Из лаборатории физиологии труда (зав. — П. А. Некрасов) Ленинградского института организации и охраны труда

Дальнейший анализ результатов, полученных нами при изучении изменений газообмена при переноске груза (сообщение 1) побудил нас перейти к исследованию таких видов работы, которые позволяют в известной мере проверить предположение о связи между величиной изменений в потреблении кислорода во время длительной работы и степенью нарушения координации движений при утомлении. С этой целью нами исследовалась работа по поднятию штанги и при опиловке металла.

1. Работа со штангой

Все опыты были проведены на трех испытуемых, двое из которых были мало тренированы в физической работе, третий же до наших опытов работал несколько лет грузчиком. Работа испытуемых заключалась в подъеме штанги, причем в разных сериях опытов менялись вес штанги, высота подъема, количество подъемов в единицу времени, длительность отдельных приемов работы, величина отдыха и общая продолжительность опытов. Опыты были расположены в порядке нарастания интенсивности работы. Газообмен учитывался (по методу Zuntz—Haldane с применением сухих часов Zuntz) как во время самой работы в период устойчивого состояния, так и в первую фазу восстановления (3—4 минуты), когда в наших условиях завершалась первая стадия ликвидации кислородной задолженности.

В течение дня через правильные промежутки времени забиралось от 6 до 12 проб выдыхаемого воздуха.

Результаты исследования

Работа во всех сериях приводила испытуемых к более или менее значительному утомлению. Постепенное увеличение интенсивности работы лишь отчасти вело к нарастанию утомления, так как тренированность испытуемых все время повышалась. Все же последние серии опытов (особенно 6-я) были тяжелее предыдущих, и подопытные жаловались на сильное утомление.

¹ Работа выполнена в 1932 г

² В экспериментальной части работы принимали участие М. Г. Шапиро, О. И. Иванова и В. И. Гуськова.

ТАБЛИЦА 1

Потребление O_2 (в $см^3$) в различные циклы рабочего дня

Серия опытов	Дата	Испытуемые	Циклы "рабо- чего дня"	Потребление кисло- рода в одну минуту		Валовое потре- бление кисло- рода за 10 мин. работы и 3—4 мин. восстано- вления	Примечание	
				Работа	Восстано- вление			
IV	Средние величины	Б-в	1	1 111	691	13 184	Вес штанги 25 кг. Высота подъема 1 м. Восемь подъемов в 1 мин. Длительность непрерывной работы 10 мин. Отдых 3 мин. Общая продолжитель- ность опыта 2 ч. 36 м. Величина произведен- ной в течение дня ра- боты — 43 200 кг/м.	
2			1 055	662	12 540			
4			1 038	615	12 216			
6			1 013	617	11 979			
8			1 011	586	11 868			
10			1 036	617	12 213			
		12	1 055	655	12 517			
V		Б-в	1	1 279	704	14 902		Вес штанги 19 кг. Высота подъема 1,5 м. Количество подъемов в 1 мин. = 8. Дли- тельность отрезков работы и отдыха и об- щая продолжитель- ность опыта та же, что и в V серии. Ве- личина произведенной в течение дня работы 49 248 кг/м.
2			1 232	684	14 376			
4			1 257	715	14 677			
6			1 190	639	13 622			
8			1 197	670	13 979			
10	1 206		707	14 182				
	12	1 264	757	14 911				
VI	26/V	Б-в	1	1 338	840	16 740	Вес штанги 20 кг Высота подъема 1,5 м. Количество подъемов восемь в 1 мин. Дли- тельность непрерыв- ной работы 32'. От- дых 4 мин.	
	2		1 323	687	15 978			
	3		1 392	828	17 232			
	4		1 434	706	17 164			
	5		1 338	784	16 516			
	2/VI	"	1	1 426	841	17 624	Конец опыта опре- делялся моментом от- каза испытуемых от работы вследствие утомления. Величина произведенной в те- чение дня работы ко- лебалась от 46 до 115 000 кг/м.	
			2	1 507	807	18 298		
			3	1 457	817	17 838		
			4	1 517	861	18 614		
			5	1 542	874	18 916		
			6	1 512	1 085	19 460		
	7/V	К-зе	1	1 133	693	14 102		
			2	1 236	728	15 272		
			3	1 311	842	16 478		
			4	1 242	796	15 604		
			5	1 217	740	15 130		
			6	1 309	758	16 122		
			7	1 380	764	16 856		
	21/V	"	1	1 106	578	13 372		
			2	1 100	574	13 296		
			3	972	530	11 840		
			4	1 019	628	12 702		
			5	1 082	566	13 084		
			6	1 015	602	12 558		
			7	1 040	554	12 616		
			8	1 128	605	13 700		
			9	1 099	630	13 510		

Табл. 1 показывает величины потребления кислорода в различные моменты рабочего дня для 4-й, 5-й и 6-й серий опытов.¹

Все приведенные данные рассчитаны только на единицу времени, так как величина работы по ходу опыта не менялась, и поэтому пересчет на единицу работы не внес бы никаких изменений в результаты.

Из табл. 1 мы видим, что потребление O_2 в единицу времени за „рабочий день“ не остается постоянным, а претерпевает характерные изменения. В типичных случаях мы имеем постепенное понижение обмена в середине опыта, с последующим ростом его к концу. Это понижение обмена в середине опыта более выражено в начальных опытах, когда выполняемая работа была менее интенсивной.

Наоборот, нарастание потребления O_2 более выражено в опытах, где работа была более утомительной. В первых сериях величина обмена в конце опыта не превосходит величин, получаемых в начале опыта, а зачастую бывает и ниже их. Только в последней, 6-й серии опытов, обнаруживается возрастание обмена к концу опыта сравнительно с исходной величиной обмена. Наблюдение (к сожалению, в этих опытах только на глаз) за структурой выполняемой работы показало, что структура работы в первую половину „дня“ улучшается, что сказывается в укорочении периодов работы и удлинении микропауз. Во вторую же половину „дня“ она, наоборот, постепенно ухудшается. Кроме того, оказалось, что величина фактически выполняемой в течение опыта работы падала. Но несмотря на некоторое падение величины выполняемой работы в конце „дня“ в типичных случаях энергетический обмен к концу опыта увеличивался.

Таким образом из этих опытов со штангой определенно выявляется наличие тех двух основных тенденций в обмене, о которых мы говорили в первом сообщении по поводу опытов с переноской груза. Тенденция снижения обмена выступает в данном случае преимущественно в первую половину опытов и определенно связана с изменением структуры работы в направлении экономизации движений. Тенденция к повышению обмена выявляется, главным образом, во вторую половину „рабочего“ дня и связана с некоторым ухудшением структуры работы, с известным расстройством координации.

Ранее мы уже говорили, что при длительной работе грузчиков, приводящей подопытных к сильному утомлению, не наблюдается ухудшения восстановительной функции. То же самое показывают и величины газообмена, наблюдаемые при работе со штангой. Как видно из таблицы 1 кислородная задолженность, ликвидированная в первые 3—4 минуты, претерпевает по ходу опытов те же изменения, что и рабочий обмен, т. е. в первую половину дня она снижается, а затем начинает расти. Таким образом, кислородная задолженность является функцией от величины рабочего обмена, падая или возрастая вместе с ним.

Одинаковый ход изменений рабочего обмена и кислородной задолженности, ликвидируемой в первые 3—4 минуты, говорит о том, что на протяжении рабочего дня мы не имеем прогрессивного ухудшения восстановительной способности организма, могущего объяснить рост потребления O_2 к концу опытного дня с точки зрения падения коэффициента кислородного устранения продуктов рас-

¹ Здесь приведен не весь материал ради экономии места, в других случаях наблюдаются принципиально те же изменения газообмена.

пада. Следовательно объяснение изменений потребления кислорода мы должны искать в чем-то ином, вероятнее всего в изменениях структуры рабочих движений.

ТАБЛИЦА 2

Изменение дыхательного коэффициента в VI серии опытов

Дата опыта	Испытуемые	Циклы „рабочего дня“	Дыхательный коэффициент	Дата опыта	Испытуемые	Циклы „рабочего дня“	Дыхательный коэффициент
26/V	Б-в	1	0,86	7/V	К-зе	1	0,97
		2	0,83			2	0,85
		3	0,73			3	0,93
		4	0,76			4	0,85
		5	0,73			5	0,88
		6				6	0,84
		7				7	0,81
11/V	Ф-в	1	0,92	21/VI	„	1	0,86
		2	0,88			2	0,87
		3	0,91			3	0,72
		4	0,89			4	0,77
		5				5	0,83
2/VI	„	1	0,84			6	0,83
		2	0,84			7	0,76
		3	0,82			8	0,74
		4	0,81			9	0,79
		5	0,75				
		6	0,79				

Из других показателей газообмена величина легочной вентиляции дает относительно более устойчивые цифры, что отчасти может

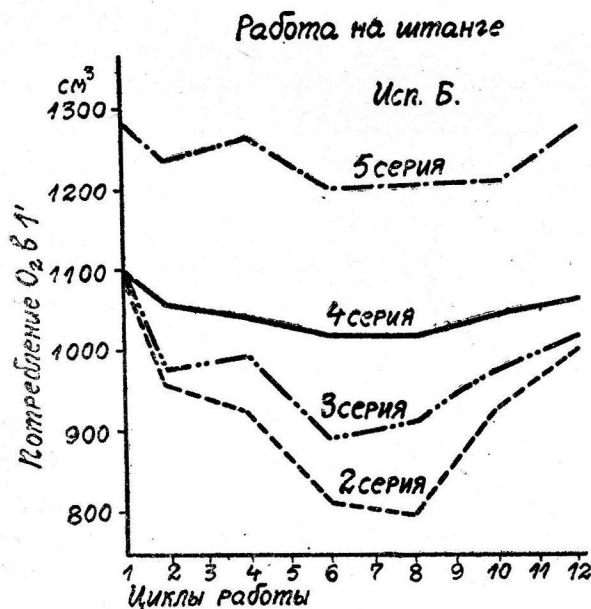


Рис. 1. Изменение процента потребления O_2 в выдыхаемом воздухе по циклам „рабочего дня“.

быть объяснено некоторым подчинением дыхательного ритма ритму самой работы. При постоянстве величины легочной вентиляции изменение процента потребления O_2 происходит в том же направлении, что и потребление кислорода (рис. 1).

Изменения дыхательного коэффициента уже в сериях опытов с относительно непродолжительной работой и большими паузами для отдыха у части испытуемых обнаруживают тенденцию к снижению (со 2-й по 5-ую серии), в 6-й серии опытов эта тенденция уже выявлена вполне определенно (табл. 2).

Таким образом при работе со штангой мы имеем уже несколько иную картину по сравнению с той, что мы видели в работе грузчиков. Весьма вероятно, что большая изменчивость газообмена при развитии утомления в данном случае объясняется тем, что здесь при меньшей выраженности статического компонента резко изменяется структура работы. Известное влияние на изменение кривой кислородного потребления и здесь, как и в работе грузчиков, оказывало уменьшение количества выполняемой работы. Этот фактор, естественно, сказывался в фазе западения кривой и действовал понижающим образом на ее вторую фазу, обнаруживающую рост газообмена.

Кроме того, наблюдаемые изменения газообмена позволяют сделать предположение о том, что некоторую роль в повышении кислородного потребления при длительной утомительной работе может играть относительное увеличение потребления жиров. Данные Chauveau (2), Lusk (3) Krogh и Lindhard (4) и др. показывают, что при низком д. к., когда окисляются преимущественно жиры, потребление O_2 на единицу одной и той же работы выше, чем при высоком д. к. Это обстоятельство, нужно думать, играет второстепенную роль и по самой своей сущности не является выражением утомления в противоположность расстройству координации движений. Во всяком случае кривая изменений величины д. к. не обнаруживает двухфазности, в отличие от кривой потребления кислорода, и не находится ни в каком соответствии с изменениями работоспособности организма.

II. Опиловка металла

Из большого материала по вопросу об изменениях газообмена при опиловке металла мы подробнее остановимся на опытах 1) демонстрирующих зависимость изменения газообмена от затрачиваемого рабочим усилия и степени уплотнения рабочего дня, т. е. от факторов, определяющих утомительность работы, и 2) ярко показывающих зависимость роста потребления O_2 от вовлечения в работу добавочных мышц.

Основные опыты первой группы имели задачей сравнение изменений величины газообмена при длительной опиловке двух различных металлов: железа и латуни. Подопытными служили два достаточно квалифицированных слесаря с вполне удовлетворительным физическим развитием. Проба выдыхаемого воздуха и анализы производились по методу Zuntz-Haldane с применением сухих часов. Опыт заключался в следующем: испытуемые получали задание опилить 8 однородных железных или латунных деталей. Обработка каждой детали продолжалась приблизительно 18 минут. В начале опыта и после обработки каждых двух деталей, т. е. примерно через каждые 36 минут работы, давалось стандартное задание по опиловке железных брусков в течение 24 минут. В течение последних 15 минут этого периода забиралась для анализа проба выдыхаемого воздуха. Величина газообмена в первые минуты, как отражающая влияние предшествующей работы, не учитывалась. За время 36-минутной опиловки имелся только один перерыв на полминуты для смены железных или латунных деталей. В течение 24 минут стандартной работы было четыре перерыва по полминуты для смены брусков. В счет времени отдыха должны быть отнесены также 13 минут, в течение которых после первых 24 минут работы на железных брусках учитывалось восстановление. В конце опыта, вслед за последним часовым

циклом еще раз учитывалось восстановление. Таким образом только 36 минут каждого часа работы затрачивалось на опилровку в одной серии латуни и в другой — железа. Латунь — более мягкий металл, и поэтому, даже, несмотря на несколько более частый ритм при ее опилровке, работа с ней оценивается испытуемыми как более легкая, чем работа с железом. Это видно и из сравнения величин потребления O_2 на единицу работы и на 1 минуту опилровки (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Потребление O_2 при опилровке различных металлов
(средние величины для двух испытуемых)

Название металла	Потребление O_2 в $см^3$ в 1 мин.	Потребление O_2 в $см^3$ на 1 г опиленного металла
Железо	565	543
Латунь	480	286

На рис. 2 приведены средние величины газообмена и данные производительности обоих испытуемых в течение рабочего дня. Как

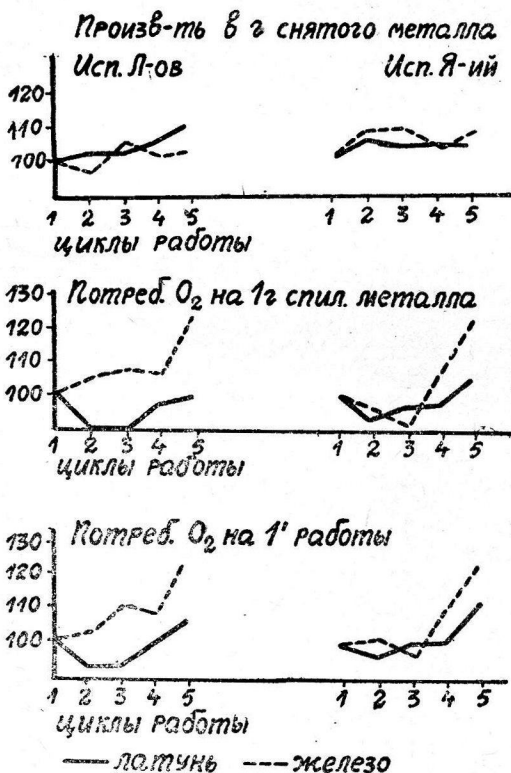


Рис. 2.

видно из рисунка, кривая потребления O_2 на единицу продукции во втором и третьем циклах падает, а затем поднимается, достигая максимума в последнем цикле. Кривая потребления O_2 в опытах с опилкой железа испытуемым Л. дает повышение без предварительного уменьшения. Потребление O_2 в единицу времени только у испытуемого Л. при опилровке латуни характеризуется дугообразной кривой, в остальных случаях величина потребления O_2 более или менее повышается к концу „рабочего дня“ без предварительного за-падения. Сопоставление кривых, иллюстрирующих изменение газообмена, с одной стороны, и производительности с другой — показывает, что изменение газообмена лишь отчасти зависит от колебаний производи-тельности.

Сравнение изменений газообмена в двух различных сериях опытов показывает, что рост потребления O_2 при опилровке железа более значите-

лен. Это соответствует уже отмеченной ранее большей утомительности опилровки железа. Кроме того интересно отметить, что западение кривой потребления O_2 на единицу продукции и отчасти

на единицу времени лучше выражено в опытах с опиловкой латуни. Вспомним, что в опытах с поднятием штанги наблюдалась аналогичная зависимость западения кривой газообмена от тяжести работы. Таким образом как величина повышения потребления O_2 к концу опыта, так и степень уменьшения его в середине опыта позволяют различить работы по их утомительности.

Необходимо подчеркнуть, что различия в ходе кривых газообмена при опытах с опиловкой железа и латуни не могли быть непосредственно связаны со степенью интенсивности работы, а отражали скорость нарастания утомления. Это следует из того, что пробная работа, во время которой изучался газообмен, в обоих случаях была одинакова.

Чтобы полнее ответить на вопрос, стоят ли эти особенности кривой газообмена в связи с утомлением, были поставлены такие опыты, в которых испытуемым давалась работа одинаковой интенсивности, но

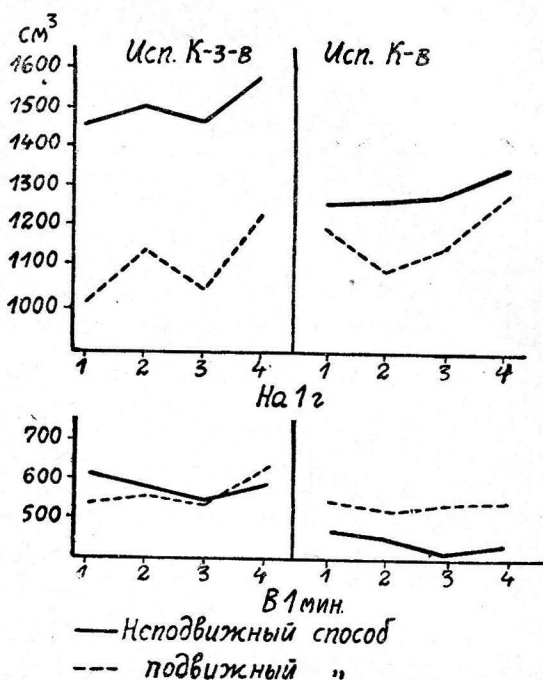


Рис. 3.

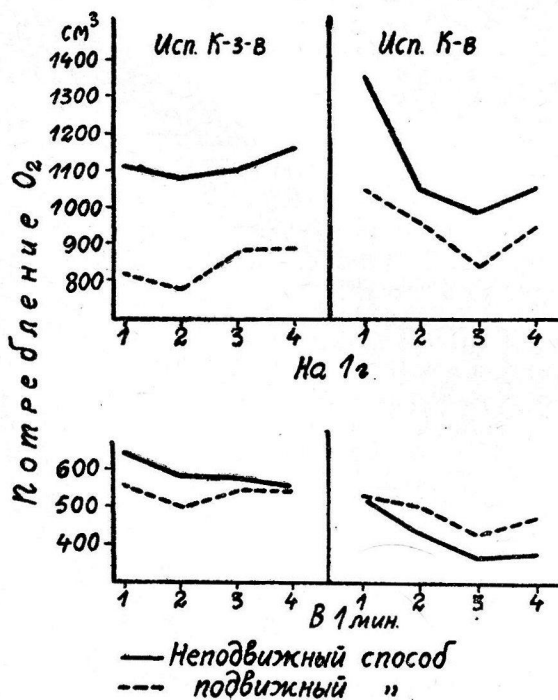


Рис. 4.

работа одинаковой интенсивности, но различная по степени утомительности. Работа заключалась в опиловке железных брусков. Режим работы был различный: в первой серии опиловка велась циклами — 4 минуты работы и 2 минуты отдыха; во второй серии цикл составлялся из 5 минут работы и 1 минуты отдыха. Продолжительность опыта 3 часа с перерывом на 10 минут через 24 минуты после начала работы (изучался восстановительный период). Пробы выдыхаемого воздуха забирались в третьем и четвертом циклах каждого 42-минутного периода.

Результаты опытов (рис. 3 и 4) показали, что при более уплотненной работе наблюдается больший рост потребления O_2 на единицу продукции и за единицу времени. При менее уплотненной ра-

боте отмечается увеличение потребления O_2 в конце работы лишь по сравнению со серединой ее. Наоборот, уменьшение потребления O_2 лучше выражено при работе с более легким режимом. Эти опыты, в сопоставлении с ранее описанными, дают определенные указания на то, что характерный ход кривой газообмена с западанием в середине и последующим ростом действительно стоит в связи с утомлением. Создание более тяжелых условий работы, путем ли увеличения усилия или путем уплотнения „рабочего дня“ без изменения структуры движения, приводит к более значительному росту потребления O_2 и меньшему его уменьшению в середине работы.

Мы уже ранее, в полном соответствии с литературными данными, пришли к выводу, что эти колебания кривой в основном объясняются изменениями структуры работы: вначале, в период „вработывания“, преобладает экономизация движений, затем наступает расстройство координации с вовлечением в работу новых мышц. Рис. 3 и 4 показывают изменения газообмена при длительной опилковке в условиях указанных выше режимов, при двух различных способах работы. Один из них — способ ЦИТа — характеризуется прямым, почти неподвижным положением тела и включает в динамическую работу почти одни только мышцы плечевого пояса. Другой способ — подвижный — характерен раскачиванием туловища и включением в работу мышц дорзально-базального пояса и частично мышц голени.

Как было подробно показано в работе С л о н и м а и др. (5), опилковка по методу ЦИТа значительно менее производительна и приводит испытуемых к большему утомлению, чем при опилковке подвижным способом. Эта отрицательная сторона работы по методу ЦИТа связана с большей выраженностью статического компонента работы и участием в опилочочных движениях почти только относительно менее мощных мышц плечевого пояса. Авторами велась графическая регистрация раскачивания туловища на протяжении всего опыта. Как показывают приведенные ими кривые раскачивания туловища при опилковке подвижным способом значительно больше, чем при опилковке по методу ЦИТа. Кривые, полученные в конце опыта при обоих способах работы характеризуются увеличением этих раскачиваний, причем нарастание величины качаний туловища заметно больше при подвижном способе.

Как видно из рис. 3 и 4, конечное нарастание потребления O_2 и предшествующее западение лучше выражены при подвижном способе работы. Между тем утомление при работе по способу ЦИТа, несомненно, значительно больше, чем при подвижном способе. Сопоставление кривой потребления O_2 с результатами записей колебаний туловища (большее увеличение амплитуд качаний при подвижном способе) окончательно убеждает нас в том, что именно изменение в структуре рабочих движений, расстройство координации их с вовлечением в работу новых мышц определяет особенности хода кривой газообмена на протяжении длительного опыта.

Отсюда следует, что величина изменений газообмена при длительной работе дает представление о сравнительной утомительности работы только там, где сравниваемые виды работы не отличаются друг от друга по своей структуре и где существует возможность изменения этой структуры с развитием утомления.

В этих опытах еще раз выявляется то обстоятельство, что наличие значительного статического компонента в работе, делающего ее весьма утомительной, вместе с тем препятствует обнаружению нарастающего утомления при помощи газообмена.

Остановимся теперь на других показателях газообмена при длительной опилочочной работе, чтобы применительно к данному случаю осветить вопрос о возможной зависимости колебаний энергетических затрат от других факторов кроме изменения самих рабочих движений

ТАБЛИЦА 4

 Валовое потребление O_2 в восстановительный период в начале и конце четырехчасовых опытов с опилкой (в $см^3$)

Дата	Испы- туемый	Название серии опытов	Начало опыта	Конец опыта	Дата	Испы- туемый	Название серии опытов	Начало опыта	Конец опыта
30/XII 31/XII 3/X 4/I 11/I 12/I 14/I	Л-в	Опилка же- леза	3 013 3 300 2 909 3 222 3 503 3 280 3 471	3 535 3 657 3 560 3 264 3 048 3 229 3 747	25/I 27/I 31/I 4/II 6/VII	Л-в	Опыты с латун.	3 149 3 318 3 087 2 904 2 867	3 206 3 003 3 082 3 230 2 406
Среднее			3 242	3 434	Среднее			3 065	2 985
16/III 27/III 31/III	Я-й	Опилка же- леза	2 627 1 849 2 128	2 346 2 263 2 941					
Среднее			2 201	2 517					

Как видно из табл. 4, валовое потребление O_2 в восстановительный период при легкой работе (опилка латуни) в конце опыта не обнаруживает закономерного нарастания. В опытах же с опилкой железа оно определенно нарастает к концу опыта. Это явление ранее обнаружено И. Л. Каном в опытах на курсантах ЦИТа. Нам кажется, что в разбираемом нами случае рост кислородной задолженности трудно объяснить ухудшением внутримышечной реституции. Во-первых потому, что рост восстановительного остатка в значительной мере зависит от рабочего расхода: он выражен только в опытах с опилкой железа, где мы наблюдаем определенное повышение и рабочего потребления O_2 к концу работы (в единицу времени). Во-вторых, анализ структуры рабочих движений при длительной опилке, как мы уже видели, обнаружил к концу опыта увеличение раскачиваний туловища, т. е. перераспределение усилий между мышцами плечевого пояса, туловища и ног. При таком изменении структуры работы вполне допустимы колебания в соотношении потребления O_2 в рабочем и восстановительном периодах то в сторону уменьшения кислородной задолженности (в случае менее утомительной работы с преобладанием тренировки), то в сторону увеличения ее при более тяжелой работе с преобладанием утомления. Поэтому нам кажется вполне допустимым, что рост кислородной задолженности, наблюдаемый при более утомительной опилке, объясняется, в основном тем, что увеличивается само потребление O_2 во время работы, и во-вторых, изменением самой структуры работы. Следовательно мы можем сделать вывод, что наблюдающийся при утомлении в данных условиях рост потребления O_2 не объясняется изменениями протекания восстановительных процессов. Это несколько не говорит против того, что само нарастание кислородной задолженности к концу дня может являться дополнительным показателем развивающегося утомления, по крайней мере в некоторых частных случаях.

ТАБЛ

Изменения вентиляции, процента потребления O_2 и

Название серии опытов	Испытуемые	Легочная вентиляция в литрах в 1 мин.				
		Циклы работы				
		1	2	3	4	5
Опиловка железа	Л-в	14,1	14,3	14,7	14,1	15,0
" латуни	"	16,0	14,5	14,1	14,1	15,4
" железа	Я-й	12,9	13,1	12,6	12,8	13,0
" латуни	"	13,1	13,6	13,7	12,7	12,7

Примечание. Приведены средние данные.

Легочная вентиляция, процент потребления O_2 и дыхательный коэффициент (см. табл. 5) изменяются здесь почти в точности так же, как и в опытах с подъемом штанги. Вентиляция лишь частично следует за колебаниями потребления O_2 , давая в течение опыта небольшие и не во всех сериях опыта закономерные изменения. Изменение в потреблении O_2 в основном происходит за счет нарастания процента потребления O_2 , которому у испытуемой Я-й предшествует некоторое западение (при второй пробной работе). Дыхательный же коэффициент во всех случаях дает отчетливое падение к концу опытов. Однако этот показатель не дает возможности различить серии опытов, отличавшиеся друг от друга по утомительности: уменьшение дыхательного коэффициента в обеих сериях совершенно одинаково. Эта картина уже знакома нам из ранее описанных опытов и совпадает с литературными данными.

Падение дыхательного коэффициента, как говорилось выше, может указывать на некоторую зависимость роста потребления O_2 от повышенного вовлечения жиров в обмен. Но этот последний фактор играет в разбираемом явлении несомненно меньшую роль, чем изменения рабочих движений, хотя бы уже потому, что по дыхательному коэффициенту мы никак не можем судить о сравнительной утомительности различных вариантов работы, в то время как это вполне возможно сделать по кривой потребления кислорода.

Подводя итоги всем разобраным экспериментальным данным и сопоставляя их с данными первого сообщения, мы приходим к следующим основным выводам.

Выводы

1. Типичной кривой потребления кислорода как в единицу времени, так и на единицу работы при длительной физической работе, приводящей к более или менее значительному утомлению, является двухфазная кривая с падением в начале и подъемом в конце работы.

2. Отклонением от типичных кривых газообмена являются: кривые, где выражена только вторая фаза и где наблюдается непрерывный рост потребления O_2 (например в более утомительных опытах с опиловкой металла; кривые с непрерывным падением потребления O_2 (например при переноске груза нетренированным субъектом) и, наконец, кривые, в которых фазы падения и нарастания обмена полностью сбалансированы (переноска груза тренированными субъектами).

ИЦА 5

дыхательного коэффициента при длительной опиловке

Процент потребления O_2					Дыхательный коэффициент				
Циклы работы					Циклы работы				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4,66	4,67	4,84	4,85	4,94	0,92	0,94	0,91	0,90	0,88
4,63	4,70	4,74	4,71	4,79	0,92	0,90	0,90	0,89	0,87
4,06	4,02	4,12	4,22	4,38	0,94	0,94	0,92	0,88	0,84
3,93	3,85	4,05	4,31	4,38	0,94	0,93	0,92	0,85	0,83

3. Известную роль в этом ходе кривой потребления O_2 играет изменение величины работы.

4. Основным фактором, определяющим ход кривой потребления кислорода, является координация рабочих движений, в первую половину работы обнаруживающая некоторое улучшение, выражающееся в более совершенной и экономной конструкции, во вторую же половину рабочего дня характеризующаяся постепенно нарастающим ухудшением, выражающимся в изменении соотношения между временем работы и микропаузами и в вовлечении в работу добавочных мышц.

5. Наряду с этим основным фактором можно допустить некоторую зависимость роста потребления O_2 от постепенного перехода работающих приборов к повышенному использованию жиров.

6. Изменение кривой кислородной задолженности, в общем повторяющей по ходу „рабочего дня“ кривую потребления O_2 и лишь в отдельных случаях указывающей на перераспределение кислорода, потребленного во время работы и во время восстановления, говорит о том, что в наблюдающихся изменениях газообмена окислительно-восстановительные процессы не играют ощутимой роли.

7. Изученные работы по изменениям газообмена располагаются в тот же ряд, что и в отношении возможного и фактически наблюдавшегося расстройства конструкции движений, а именно: наименьшее изменение дает ходьба с грузом, более выраженное — подъем груза и наиболее яркое — опиловка. Это находится в полном соответствии с тем, что изменение потребления O_2 в основном определяется изменениями в координации рабочих движений.

8. В известных пределах можно говорить о соответствии между изменениями газообмена и утомительностью длительной работы. При прочих равных условиях более утомительная работа характеризуется меньшим западением кривой в середине „дня“ и большим ростом к концу. Эти соотношения мы можем наблюдать не только меняя интенсивность работы (опыты со штангой и опиловкой разных металлов), но и создавая разную утомительность работы путем изменения ее режима (опиловка металла при разных режимах).

9. Изменения газообмена при длительной работе дают представление о сравнительной утомительности только в случае одинаковой структуры сравниваемых работ.

10. Весьма важным фактором, ограничивающим возможность по изменениям газообмена судить об утомительности работы, является статический компонент работы, который, вызывая значительное уто-

мление, может не приводить к резким расстройством конструкции динамических компонентов (опиловка по методу ЦИТа).

Поступило в редакцию
12 марта 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chauveau, C. r. S. Biol. 122, 1896. — 2. Lusk. Am. J. Physiol. 22, 163, 1908; The Science of Nutrition. 1921. — 3. Krogh a. Lindhardt. Bioch. J. 14, 290, 1920. — 4. Слоним, Иванова, Гуськова. Бюллетень Института организации экономики и охраны труда. № 16—18. — 5. Кан. Организация труда, № 13, 1928.

ÄNDERUNGEN DES GASWECHSELS ALS ZEICHEN DER ERMÜDUNG BEI LANGDAUERNDER KÖRPERLICHER ARBEIT

Mitteilung 2: Änderungen des Gaswechsels beim Heben von Metallstangen und beim Feilen von Metall

Von W. S. Farfel, W. B. Lieberman, P. A. Nekrassow, I. S. Sawtschenko
und A. D. Slonim

(Aus dem Laboratorium für Arbeitsphysiologie — Leiter: P. A. Nekrassow — des Leningra-
der Instituts für Organisation und Schutz der Arbeit.)

Die typische Form der Kurve für den Sauerstoffverbrauch bei langdauernder körperlicher Arbeit, welche zur Ermüdung führt, ist ein zweiphasische Kurve mit einem Abfall zu Beginn und einem Anstieg am Schlus. Als Abweichungen von diesem typischen Fall sind die Kurven anzusehen, in denen nur die zweite Phase ausgebildet ist (Anstieg ohne vorherigen Abfall in besonders ermüdenden Versuchen), ununterbrochen abfallende Kurven (beim Tragen einer Last durch eine weniger trainierte Person) und Kurven ohne gesetzmässigen Anstieg und Abfall (beim Tragen einer Last durch eine trainierte Person). Der wichtigste Faktor, welcher den Gang des Sauerstoffverbrauches bestimmt, ist die Koordination der Bewegungen. Eine gewisse Rolle beim Anstieg der Kurve für den Sauerstoffverbrauch spielt die dauernde Zunahme der Ausnutzung von Fetten.

Die Veränderung des Sauerstoffdeficit im Laufe des „Tages“ folgt der Änderung der Kurve des Sauerstoffverbrauches und gibt nur in einzelnen Fällen einen Hinweis auf eine geänderte Verteilung des Sauerstoffverbrauches in der Zeit der Arbeit und der Erholung im Laufe des „Tages“. Dies spricht dafür, dass Oxydations-Reduktions-Prozesse hierbei keine wesentliche Rolle spielen.

Bei Arbeiten ein und desselben Charakters darf man in bestimmten Grenzen davon sprechen, dass die Änderung des Gaswechsels und die ermüdende Wirkung der Arbeit einander entsprechen. Die statische Komponente ist der Faktor, der die Bedeutung der Kurve für den Gaswechsel bestimmt. Dadurch erklärt sich, warum bei der Arbeit trainierter Lastträger keine Zunahme der Gasumsatzes eintritt.

СПЕЦИФИЧЕСКИ-ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПИЩИ В ПОКОЕ И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Сообщение 2. Специфически-динамическое действие жирового, белкового и смешанного завтраков

Н. С. Савченко

Из лаборатории физиологии труда Ленинградского института организации и охраны труда (зав. лаб. П. А. Некрасов.)

В настоящем сообщении мы приводим наши наблюдения над специфически динамическим действием (с.-д. д.) преимущественно жировой, белковой и смешанной пищи. Испытуемые субъекты, методика проведения опытов и способ расчета с.-д. д. были те же, что и в предыдущем исследовании (19).

На приведенных ниже кривых изображено с.-д. д. пищи, выраженное в величине избытка потребления O_2 , наблюдаемого после приема пищи, по сравнению с потреблением O_2 натошак в покое и при работе. Избыток потребления O_2 выражен в процентах по отношению к потреблению O_2 в покое натошак.

Состав и калорийность экспериментальных завтраков приводится в табл. 1.

Специфически-динамическое действие преимущественно жирового завтрака.

Преимущественно жировой завтрак был составлен так, что из 692 калорий 74% приходились на жир коровьего масла и 22% — на углеводы. Такой паек съедался охотно, но в силу его небольшого объема не давал полного чувства насыщения.

Как показывает исследование газообмена (рис. 1). специфически динамическое действие (с.-д. д.) этого пайка в покое выражено заметно, но слабее, чем при углеводном пайке. Максимум с.-д. д. было равно 28% и наблюдалось в первый час после еды; с.-д. д. прекращалось через $2\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ часа.

Кривая дыхательного коэффициента в первые полчаса после жирового завтрака повышалась так же резко, как и после углеводного, но падала быстрее, через $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ часа, достигая исходных величин.

Быстрое проявление с.-д.д. и одновременное повышение дыхательного коэффициента (д. к.) при жировом пайке указывает на то, что в нашем случае в первые часы после приема пищи наблюдается влияние принятых одновременно углеводов. Последние, как отмечалось выше, входили в жировой паек в количестве 22% общей его калорийности.

Из опытов Cigon (1), Grafe (2) и др. известно, что при чисто жировом пайке д.к. снижается. Величина с.-д. д. жиров при их употреблении в небольшом количестве (не превышающем суточной потребности) или очень мала или отсутствует совсем

[Grafe (2), Abelin (3), Lewy (4) и др.]. Если же с.-д. д. жиров проявляется, то это наступает не раньше трех часов с момента приема жира [Rubner (5)]. Позднее проявление с.-д. д. жиров, повидимому, зависит от вялой эвакуации жира из желудка, которая, по данным Лондона (6), полученным на собаках, наступает лишь через несколько часов после кормления собак жиром. Углеводы, данные одновременно с жиром, начинают поступать в кишечник уже через 4—7 минут с момента приема пищи. Этим обстоятельством, а отчасти и тем, что всосавшийся жир в главной своей массе попадает в кровь не сразу, а через лимфатические пути [Ляндуа (7)], и объясняется относительно позднее проявление с.-д. д. при жировом пайке. Наличие или полное отсутствие с.-д. д. жира зависит от того, как используется организм всосавшийся жир: откладывается ли он в жировом депо, используется ли как источник энергии или служит для образования запасов гликогена; возможность последнего признается далеко не всеми. Преобладание того или иного процесса приводит к большему или меньшему с.-д. д. пищи или полному его отсутствию. В случае откладывания жира в жировом депо д. к. после еды не изменяется. При использовании жира как источника энергии он понижается.

Величина с.-д. д. во время работы при преимущественно жировом завтраке оказалась у обоих испытуемых различной: у одного из них (К.) она была больше, чем в покое, у второго испытуемого во время работы с.-д. д. практически отсутствовало совсем (рис. 1).

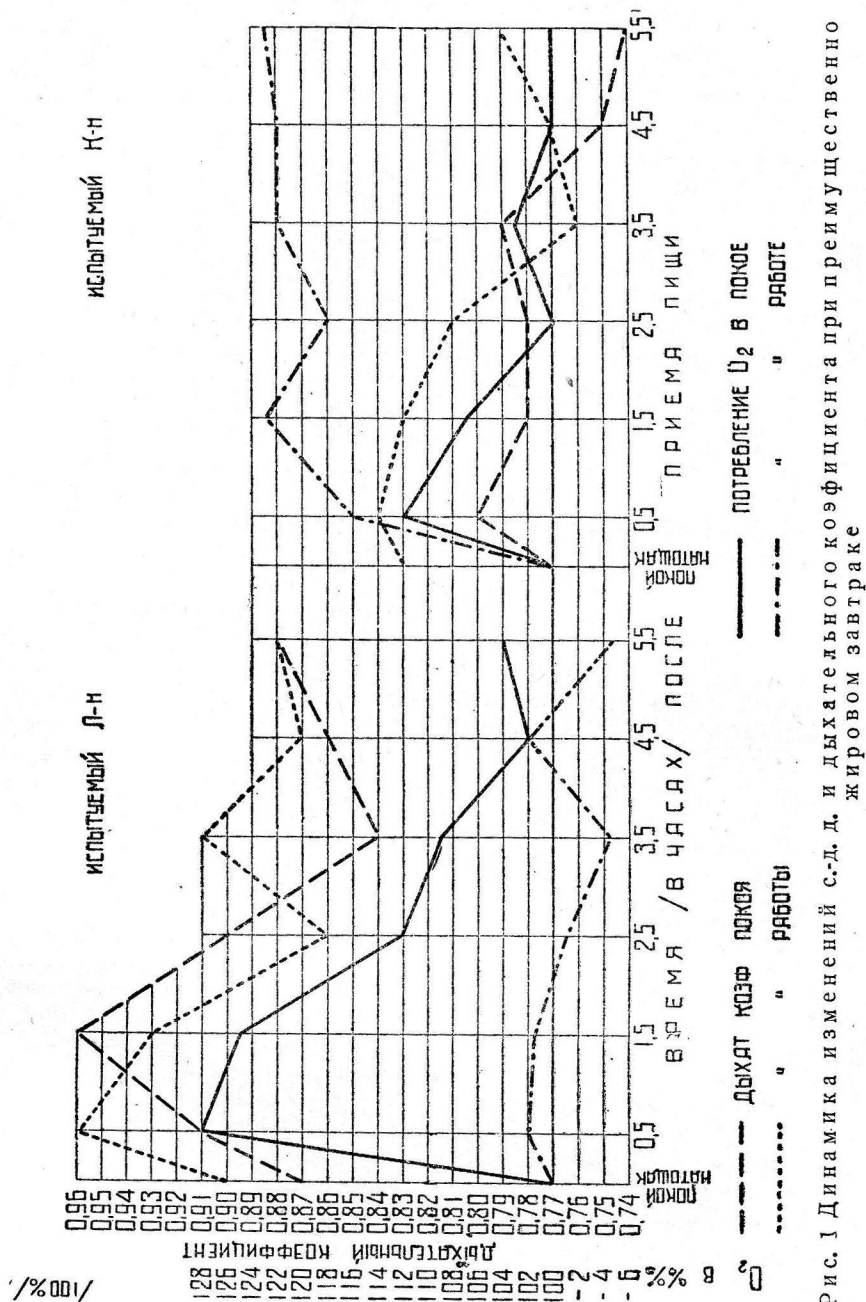
ТАБЛИЦА 1
Состав и калорийность завтраков¹

Преимущественно жировой завтрак	Состав	Коровье масло соленое	Хлеб пшеничный	Всего		
				Вес (в г)	Калорий (брутто)	%
	Белков	0,4	6,3	6,7	27,5	4
	Жиров	54,5	0,7	55,2	513,5	74
	Углеводов . .	0,8	36,6	36,9	151	22
	Итого	—	—	—	692	100
Преимущественно белковый завтрак	Состав	Говядина вареная постная 400 г	Хлеб пшеничный 75 г	Всего		
				Вес (в г)	Калорий (брутто)	%
	Белков	84	6,3	90,3	370	55
	Жиров	16	0,7	16,7	155	23
	Углеводов . .	—	86,6	36,6	150	22
	Итого	—	—	—	675	100
Смешанный завтрак	Состав	Яйца куриные (2 шт.)	Хлеб пшеничный 200 г	Сахар 15 г	Всего:	
					Вес (в г)	Калорий (брутто)
	Белков	12,9	16,8	—	29,7	120
	Жиров	10,0	1,8	—	11,8	110
	Углеводов . .	0,6	98	15,0	113,6	465
	Итого	—	—	—	—	695
						100

¹ Рассчитаны по Kestner и Knipping.

К сожалению мы нигде в литературе не нашли указаний на изменение с.-д. д. жиров в течение нескольких часов.

Причины различного с.-д. д. жирового завтрака у наших испытуемых при выполнении ими физической работы не совсем ясны.



Специфически-динамическое действие преимущественно белкового завтрака.

В опытах с преимущественно белковым пайком испытуемые получали 400 г того же мяса и 75 г пшеничного хлеба. Перед варкой мяса с него снимался весь видимый простым глазом жир, а с остывшего бульона снимались застывшие его капельки. После этого вареное мясо и бульон подогревались и подавались испытуемым.

Калорийная ценность такого пайка составляла 675 калорий, из них 55% за счет белков главным образом животного происхождения (табл. 1). В первые дни опытов с этим пайком испытуемые съедали его охотно, в дальнейшем этот паек их тяготил. После такого завтрака испытуемые чувствовали „общую вялость“ и сонливость, т. е. у них развивался тот симптомокомплекс, который описан Rubner в его опытах с собаками после кормления последних большими порциями мяса. Работа, которую испытуемые выполняли натошак или после углеводного завтрака легко и свободно, производилась теперь с большим напряжением и казалась им более утомительной. Объективно это подтверждалось гиперемией лица и шеи и усиленным потоотделением.

Данные газообмена (рис. 2) показали, что после завтрака у испытуемых наблюдалось увеличение энергетических трат как в покое, так и при выполнении физической работы. Это отмечалось уже в течение первого получаса после приема завтрака и продолжалось в течение всего опытного дня. Максимум с.-д. д. в покое наблюдался через $2\frac{1}{3}$ часа после приема завтрака и давал повышение обмена на 20—22% по отношению к обмену натошак. К концу опытного дня, т. е. через $5\frac{1}{3}$ часов после завтрака, обмен у обоих испытуемых был на 11—14% выше, чем в голодном состоянии.

Полностью величина с.-д. д. белкового завтрака в наших опытах определена быть не могла, так как к концу опытного дня оно (с.-д. д.) было далеко еще не закончено. Согласно данным [Rubner (5), Sigon (1), Grafe (2) и др.], прекращение с.-д. д. белков наблюдается только через 8—12 часов. Следовательно в наших опытах мы могли наблюдать лишь первую половину с.-д. д. нашего пайка. Среднее увеличение обмена в единицу времени составляло при этом 15—19%.

Из опытов [Rubner (5), Grafe (2), Kraus и Retig (9)] и др. известно, что с.-д. д. белковой пищи колеблется в очень широких пределах. Полученные нами средние величины с.-д. д. вполне соответствуют приведенным литературным данным. Общая картина с.-д. д. белкового пайка в наших опытах в покое вполне совпадает с данными Kuthy (10), Kraus и Retig (9) и др., которые показали, что максимум с.-д. д. при белковой пище чаще всего наблюдается через 2—3 часа после ее приема.

Как уже упоминалось выше, с.-д. д. белков сказывалось и при работе.

Этот вывод не совпадает со старыми данными Pethensofer и Voit (11), которые в условиях прямой калориметрии не наблюдали никакого проявления с.-д. д. Общая длительность наблюдения была у них 24 часа, физическая же работа длилась 9 часов. Отрицательный результат их опытов следует, возможно, отнести за счет недостаточного точного учета количества работы, выполняемой их испытуемым. Более поздние опыты Rubner (13), Lusc (12), Ruppert (14), и др. показали, что при белковом питании с.-д. д. во время работы равно с.-д. д. в покое.

С.-д. д. белкового завтрака при выполнении физической работы в первый период после еды в наших опытах оказалось выше, чем в покое (рис. 2). Полностью объяснить этот факт мы не имеем возможности. Исходя из того предположения, что с.-д. д. пищи есть „intermediäre chemische Nährstoffarbeit“, можно думать, что физическая работа в некоторые моменты стимулирует в организме процесс образования глюкозы из частиц белковых молекул, циркулирующих в крови после белкового завтрака в повышенном количестве. Это может временно привести к повышению энергетических затрат на единицу работы. Изменения дыхательного коэффициента у наших подопытных подтверждают правильность этого предположения. Известно, что повышение потребления O_2 при понижении дыхательного коэффициента указывает на превращение жиров и белков в углеводы. Понижение д. к. будет при этом тем больше, чем больше нуждается организм в углеводах и чем интенсивнее он превращает в них

другие вещества [Meyer (15), Cigon (1), Geelmuysen (16) и др.]. Данные наших опытов, особенно при выполнении физической работы, это вполне подтверждают. Высокий д. к. сопровождается относительно

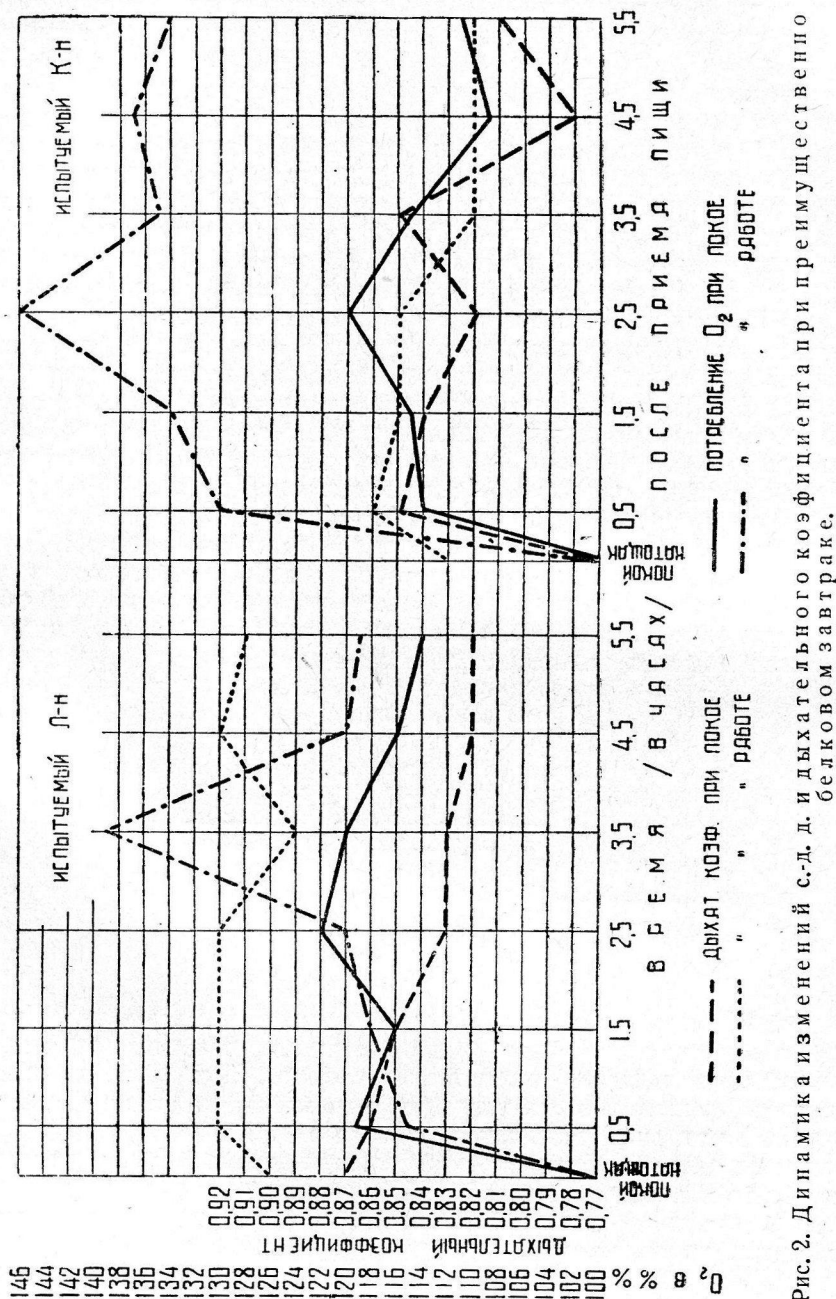


Рис. 2. Динамика изменений с.-д. д. и дыхательного коэффициента при преимущественно белковом завтраке.

низким с.-д. д. пищи (рис. 2). Резкий скачок кривой с.-д. д. вверх сопровождается таким же скачком кривой д. к. вниз (испыт. Л-н). Относительно высокое с.-д.д. во время работы у второго испытуемого сопровождается значительным снижением дыхательного коэффициента в течение рабочего дня. Величина с.-д. д. пищи зависит от

индивидуальных особенностей обмена веществ: с.-д. д. пищи у второго испытуемого в период физической работы выше, чем у первого, и значительно превосходит с.-д. д. в покое. Последнее обстоятельство и сказывается в повышенной калорической стоимости единицы работы.

Специфически-динамическое действие смешанной пищи.

Завтраки, о которых шла речь до сего времени, представляли по существу своему также пищевую смесь. Пищевая смесь в этой серии опытов разнилась от предыдущих тем, что больше отвечала обычному питанию человека (см. выше). Общая ее калорийность была 695 брутто-калорий. Главная масса их была за счет углеводов — 67%, жиров — 16% и белков — 17%. Белковая часть смеси представлена преимущественно яйцами, которые давались в вареном виде.

Исследование газообмена испытуемых после завтрака показало, что здесь, как и в предыдущих сериях опытов, имело место повышение обмена. Оно было вполне выражено как в покое, так и при физической работе. Повышение начиналось в течение первого полу- часа и через 5½ часов почти приходило к норме. В покое среднее повышение потребления O_2 в единицу времени составляло 5 и 20%. Максимум с.-д. д. в отличие от прежних опытов значительно растянут во времени и дает повышение потребления O_2 на 9 и 27% (рис. 3). Из рис. 3 видно, что характер кривых, полученных в покое, напоминает кривые при углеводном завтраке. В этих опытах они (кривые с.-д. д.) лишь более уплощены и не всегда снижаются к концу рабочего дня до исходных величин. Средние величины повышения обмена в единицу времени, рассчитанные из 5½-часового опыта, при этих двух видах питания также очень близки между собой.

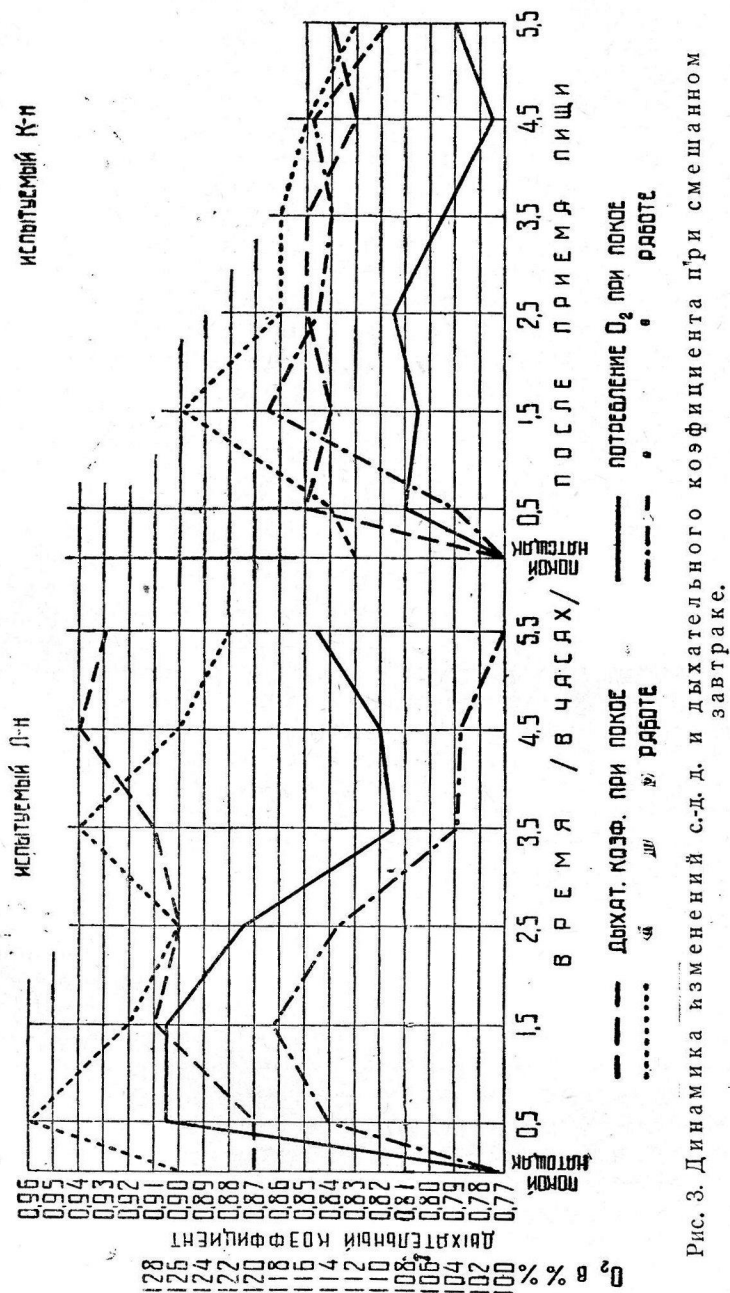
ТАБЛИЦА 2

Среднее увеличение обмена на протяжении 5½ часов после еды

Испытуемые	Углеводная пища	Смешанная пища
К.	+ 5%	+ 5%
Л.	+ 18%	+ 20%

Но так как при смешанной пище обмен за исследованный период не приходил еще полностью к норме, то действительная величина с.-д. д. несколько выше, чем нами отмеченная. Тот факт, что средняя величина и кривая с.-д. д. смешанной пищи очень сходны с кривой, получаемой при углеводной пище, указывает на то, что здесь преобладают одинаковые биохимические превращения. Это вполне понятно, так как при том и другом пайке большая часть калорий получалась за счет углеводов — 93 и 67%. Более плоский характер кривых с.-д. д. и относительно запоздалый приход их к норме в случаях со смешанной пищей объясняется тем, что здесь, наряду с основными процессами по превращению поступивших в кровь углеводов, включаются процессы превращения белков и отчасти жиров. Отмеченные отличия в кривых с.-д. д. обычно тем более выражены, чем больше углеводная пища заменяется белками. Последнее с достаточной ясностью отмечалось Rubner (5), Grafe (2), Cigon (1), Jahn и Strössenreuter (17) и др.

Жиры, видимо, не могут оказывать при этом существенного влияния. По данным Magnus Lewy (4), Benedict и Carpenter (18)



и др., влияние их на величины с.д. д. может сказаться только в случаях введения жиров в значительных количествах.

Величины с.д. д. и изменение ее во время выполнения физической работы представлены также на рис. 3. Среднее значение с.д.д. в единицу времени и максимальное значение его для обоих испытуемых одинаковы. Характер же кривых у обоих испытуемых несколько

различен: у одного из них (Л.) с.-д. д. при физической работе после максимального подъема постепенно снижается к концу дня до исходных величин потребления O_2 , у другого (К.) это падение замедлено, и к концу дня кривая остается на 9,5% выше исходных величин. Последнее обстоятельство при расчете общего количества энергетических затрат дает в конечном итоге для второго испытуемого более высокие цифры с.-д.д.

Из вышеизложенного видно, что с.-д. д. данной смешанной пищи, так же как и в предыдущих случаях, в период работы суммируется со специфическими калориями. Величины же с.-д. д. в период работы могут быть выше и ниже величин, получаемых в покое. Последнее зависит, повидимому, от индивидуальных особенностей организма.

Дыхательный коэффициент как в покое, так и при работе после приема смешанной пищи данного состава повышается. В опытах с работой он в отличие от опытов в покое, к концу дня приходит к исходной величине. Последнее указывает на то, что во время физической работы окисление поступающих углеводов идет интенсивнее и скорее заканчивается, чем это имеет место в покое.

На основании результатов опытов с разными видами пищи мы можем констатировать, что изменение д. к. в период физической работы зависит от характера и количественных соотношений пищевых веществ, принятых перед работой. Самый высокий д. к. наблюдается, как и следовало ожидать, при углеводных завтраках и самый низкий — при жировых.

Как в опытах в покое, так и при физической работе д. к. после еды, вслед за первоначальным подъемом, к концу дня снижается. Это снижение наблюдается почти при всех родах пищи и особенно четко проявляется при преимущественно белковой и жировой.

Подобное падение д. к. и подъем потребления O_2 при физической работе может наблюдаться и при выполнении работы натошак. В таком случае мы тоже имеем дело с „intermediäre chemische Nährstoffarbeit“, но вещества, которые превращаются в данный момент в углеводы, черпаются из собственных запасов организма.

Выводы

1. Специфически-динамическое действие завтрака, состоящего преимущественно из жиров, в покое выражено вполне отчетливо. Кривая его очень похожа на таковую, полученную при углеводном завтраке, но выражена значительно слабее. Последнее заставляет предполагать, что в первые часы после завтрака мы имеем дело с с.-д. д. того небольшого количества углеводов, которые давались с этим завтраком. Специфически-динамическое действие этого завтрака при выполнении физической работы проявляется не у всех испытуемых, что, повидимому, связано с индивидуальными особенностями обмена. Кривая с.-д. д. преимущественно жирового завтрака на протяжении рабочего дня почти параллельна оси абсцисс.

2. Максимум подъема с.-д. д. преимущественно белкового завтрака как в покое, так и при физической работе приходится через $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ часа после завтрака. В покое он составляет 20—22%, а при физической работе — 39 и 46% по отношению к обмену натошак. Как максимум, так и общая средняя величина с.-д. д. этого завтрака при физической работе выше (за наблюдаемый нами отрезок времени $5\frac{1}{2}$ час.), чем в покое. Калорическая стоимость единицы работы при таком завтраке оказывается выше, чем натошак, и значительно выше,

чем при углеводном питании. Испытуемые после завтрака, состоящего преимущественно из белков, становятся вялыми и сонливыми. Обычная работа для них становится значительно утомительнее.

3. Специфически-динамическое действие смешанной пищи по характеру кривых и по средним величинам, приходящимся на единицу времени, очень сходно с с.-д.д. преимущественно углеводного завтрака. Разница заключается в том, что в покое максимум с.-д.д. ниже и кривая имеет более пологий характер. При выполнении физической работы максимум с.-д.д. выражен более отчетливо. Он приходится на 1½ часа после еды и составляет 18,5 и 19% по отношению к величинам потребления O_2 натошак.

4. Дыхательный коэффициент при выполнении физической работы после принятия завтрака вслед за первоначальным подъемом имеет тенденцию постепенно снижаться к концу рабочего дня. Это снижение более выражено в случаях с преимущественно жировым и белковым завтраком.

Поступило в Редакцию
29 марта 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cigon A. Pflüg. Arch. 1911.—2. Grafe E. Ergebn. d. Physiol. 21, Abt. II, 1923.—3. Abelin. Biochem. Zeitschr. 154, 1924. 4. Magnus-Lewy, цит. по Cigon A. Pflüg. Arch. 1911.—5. Rubner M. Energiegesetze, 1902.—6. Лондон. Физиология и патология пищеварения, 1924.—7. Ляндау. Руководство по физиологии человека. I, 322, 1921.—8. Krogh u. Lindhard, цит. по Grafe Handbuch d. Biochemie. VI, 1926.—9. Kraus u. Retig. Deutsche Arch. f. klin. Mediz. 1929, S. 337—350.—10. Kuthy A. Pflüg. Arch. 225, H. 4, 1930.—11. Pethencofer u. Voit. Zeitschr. f. Biologie, 2, 537, 1856.—12. Lusc, цит. по Meyer. Arbeitsphysiologie, S. 132, 115, 1930.—13. Rubner, M. Sitzungsberichte der Königl. Preussisch. Academ. d. Wissensch. 1910.—14. Rapport D. Amer. J. of Physiol. 90, 1921.—15. Meyer. Arbeitsphysiol. S. 132, 115, 1930.—16. Geelmuyden H. Ergebn. d. Physiol. 24, 1925.—17. Jahn u. Strosenreuter. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 159, 1928.—18. Benedict u. Carpenter, цит. по Grafe, Ergebn. d. Physiol. 21, Abt. II, 1923.—19. Савченко. Физиолог. ж. СССР, т. XIX, вып. VI.

DIE SPEZIFISCH-DYNAMISCHE WIRKUNG DER NAHRUNG BEI RUHE UND BEI KÖRPERLICHER ARBEIT

Mitteilung 2: Die spezifisch-dynamische Wirkung eines Fett-, eines Eiweiss- und eines gemischten Frühstücks.

Von N. S. Sawtschenko

Aus dem Laboratorium für Arbeitsphysiologie (Leiter — P. A. Nekrassow) des Leningrader Instituts für Organisation und Schutz der Arbeit

Zusammenfassung

1. Die spezifisch-dynamische Wirkung eines Frühstücks, das im wesentlichen aus Fetten besteht, ist bei Ruhe ganz deutlich ausgeprägt. Ihre Kurve ist derjenigen äusserst ähnlich, die man bei einem Kohlehydratfrühstück erhält, jedoch viel schwächer ausgedrückt. Dies lässt vermuten, dass man es in den ersten Stunden nach dem Frühstück mit der unerheblichen Menge an Kohlehydraten zu tun hat, welche in diesem Frühstück gegeben wurden. Bei Ausführung körperlicher Arbeit kommt die

spezifisch-dynamische Wirkung dieses Frühstücks nicht bei allen Versuchspersonen zum Vorschein, was offenbar mit individuellen Verschiedenheiten des Stoffwechsels zusammenhängt. Die Kurve der spezifisch-dynamischen Wirkung eines Frühstücks, das vorwiegend aus Fetten besteht, im Laufe des Arbeitstages ist fast parallel der Abscissenachse.

2. Das Maximum des Anstiegs der spezifisch-dynamischen Wirkung eines Frühstücks, das hauptsächlich aus Eiweiss besteht, tritt bei Ruhe sowie bei körperlicher Arbeit ungefähr $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ Stunden nach der Einnahme auf. In Ruhe macht sie 20—22% und bei körperlicher Arbeit 39—44% im Verhältnis zum Nüchternumsatz aus. Sowohl das Maximum wie auch der allgemeine Mittelwert der spezifisch-dynamischen Wirkung dieses Frühstücks ist bei körperlicher Arbeit innerhalb unserer Beobachtungszeit von $5\frac{1}{2}$ Stunden höher als im Ruhezustand. Der kalorische Wert einer Arbeitseinheit ist bei einem solchen Frühstück höher als in Nüchternheit und ganz erheblich höher als bei Kohlehydratnahrung. Die Versuchspersonen sind nach einem Frühstück, das hauptsächlich aus Eiweiss besteht, schlapp und schläfrig. Ihre gewöhnliche Arbeit ermüdet sie viel mehr als sonst.

3. Die spezifisch-dynamische Wirkung einer gemischten Kost ist der Art der Kurven und den mittleren Werten nach, die auf die Zeiteinheit entfallen, sehr ähnlich der spezifisch-dynamischen Wirkung eines Kohlehydratfrühstücks. Der Unterschied besteht darin, dass bei Ruhe das Maximum der spezifisch-dynamischen Wirkung niedriger ist und die Kurve steiler verläuft. Bei Ausführung körperlicher Arbeit ist das Maximum der spezifisch-dynamischen Wirkung deutlicher ausgeprägt. Es tritt $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Essen auf und macht 18,5 und 19% im Verhältnis zu der Grösse des Sauerstoffverbrauchs in Nüchternheit aus.

4. Der respiratorische Quotient hat bei Ausführung körperlicher Arbeit nach dem Frühstück im Anschluss an den anfänglichen Anstieg die Tendenz, gegen Schluss des Arbeitstages dauernd zu fallen. Diese Tendenz ist bei den Frühstücken, die vorwiegend aus Fett und aus Eiweiss bestehen, besonders deutlich ausgeprägt.

ЗНАЧЕНИЕ СУСТАВНО-МЫШЕЧНОГО ЧУВСТВА И ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ЩЕТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Т. И. Белова

Из лаборатории физиологии труда (зав. — проф. К. Х. Кекчеев) Центрального института труда инвалидов

В производственной работе слепых главную роль играют, как известно, суставно-мышечное чувство и осязание. В работе зрячих роль суставно-мышечного чувства относительно меньше. Для сравнительной оценки этой роли в работе слепых и зрячих мы воспользовались таким видом работы, которая может выполняться как слепыми, так и зрячими. Это — работа по изготовлению щеток. У зрячих работа проходит под контролем зрения, хотя одновременно импульсы идут также от рецепторов, заложенных в сухожилиях, мышцах, связках и сочленовных поверхностях. Слепой же руководствуется исключительно показаниями проприорецептивной и тактильной чувствительности, благодаря чему движения слепого отличаются от движений зрячего.

Объект изучения и описание работы

Задачей настоящего исследования было выявить значение поверхностной и глубокой чувствительности в процессе щеточного производства. Для этого было взято 43 чел. слепорожденных мужчин и женщин в возрасте от 22 до 45 лет, работающих в щеточном производстве. Для контроля были взяты 43 чел. зрячих, также работающих в щеточном производстве. Стаж рабочих как слепых, так и зрячих был не менее 3 лет.

Работа заключается в посадке волоса на колодку. Эта операция производится следующим образом: в правой руке рабочий держит пучок волоса, в левой — колодку с отверстиями; правой рукой продевается в отверстие колодки игла, с продернутой в нее дратвой, левой подхватывается дратва и двумя пальцами (большим и указательным) левой рукой отбирается небольшой пучок волоса, соответственно отверстию колодки, из большого пучка правой руки и вместе с правой рукой охватывается этот пучок дратвой и протаскивается. Некоторые рабочие берут прямо со стола такой пучок, который необходим для данного отверстия колодки. В этой работе преимущественно участвуют мышцы предплечья, кисти и пальцев, а главным образом мы имеем здесь работу мелких мышц кисти и пальцев. При отбирании двумя пальцами пучка по толщине соответственно отверстию колодки, он исключительно основывается на суставно-мышечном чувстве и осязании. Работают сидя. Рабочее место: небольшой стол, отделенный от соседнего перекладной. На рабочем месте: колодка, волос, дратва или нитки на шпule, вставленной вертикально в стол, и шило для прочистки отверстий в колодке.

Методика исследования

Исследование так называемой статистической проприорецепции было произведено методом, предложенным в 1932 г. проф. К. Х. Кекчеевым. Этот метод заключается в том, что испытуемым предлагается серия грузов, величины веса которых представляют собой геометрическую прогрессию со знаменателем $= 0,05$. Эта серия предназначалась для исследования способности оценивать усилия. Кроме этого испытуемым давались серии кружков и столбиков, толщина и длина которых также составляли геометрическую прогрессию. Отклонения в размерах не превышали $\pm 0,02$ мм. Для исследования тактильного чувства применялась серия цинковых пластинок, с нанесенными параллельными штрихами. Толщина линий и промежутков между ними для разных пластинок также находились в определенном соотношении геометрической прогрессии. То обстоятельство, что все серии были построены по типу геометрической, а не арифметической прогрессии, делало их одинаково трудными во всех их частях и позволяло легко оценивать ответы в баллах. Каждому испытуемому давалась точная инструкция по определению размеров предметов, усилий и по определению гладкости поверхности (шероховатости). Предлагалось на каждый тест сделать 3 определения, причем, чтобы избежать тренировки, все тесты давались попеременно. При определении усилий обращалось внимание испытуемых на то, чтобы локоть правой руки лежал на столе (строго фиксирован). Время испытуемому давалось неограниченное, но оно учитывалось с точностью до 1 секунды. Результаты исследования отмечались в процентах.

Результаты

Все данные для слепых и зрячих были обработаны методами вариационной статистики и определены среднее арифметическое (M), квадратическое отклонение (σ), коэффициент вариативности (C) и средняя поправка среднего арифметического (m).

ТАБЛИЦА 1

Суставно-мышечное чувство работающих в щеточном производстве

Виды проприорецепции	Рабочие					
	Слепые			Зрячие		
	$M \pm m$	σ	C	$M \pm m$	σ	C
Столбики	$77,4 \pm 1,48$	9,65	12,47	$73,1 \pm 1,48$	9,75	13,34
Кружки	$70,9 \pm 0,95$	6,2	8,74	$65,3 \pm 1,44$	9,73	14,89
Усилия	$80,3 \pm 0,80$	5,2	6,47	$77,2 \pm 1,2$	7,90	10,23

При сравнении полученных результатов, относящихся к слепым и зрячим, можно сделать вывод, что точность определения размеров и усилий у слепых больше, чем у зрячих. Интересно еще отметить то, что вариативность данных у слепых ниже, чем у зрячих. Относительно развития тактильной чувствительности результаты получились обратные.

ТАБЛИЦА 2

Тактильная чувствительность у работающих в щеточном производстве

Определения	Рабочие					
	Слепые			Зрячие		
	$M \pm m$	σ	C	$M \pm m$	σ	C
Шероховатость	$60,7 \pm 1,99$	12,91	21,26	$69,6 \pm 1,62$	10,60	15,22

Как показывает табл. 2, точность определения шероховатости у слепых меньше, чем у зрячих, а вариативность у слепых больше, чем у зрячих.

Это подтверждается литературными данными и объясняется тем, что слепым приходится всю свою жизнь прибегать к осязанию и суставно-мышечному чувству, вследствие чего эпидермис на пальцах у них огрубевает и поэтому они не в состоянии точно оценивать степень шероховатости поверхности.

Griesbach (1899) исследовал слепых с помощью специального эстезиометра (параллельные эластичные иглы с нониусом) и нашел следующее: „в способности различения осязательных ощущений слепые и зрячие в нерабочее время не обнаруживают в общем значительного расхождения; имеющиеся небольшие различия говорят скорее в пользу зрячих. Слепые осязают кончиками указательных пальцев менее остро, чем зрячие, причем у слепых во многих случаях отмечается различие между обоними указательными пальцами“.

Время на обработку одной щетки (наиболее употребительного сорта) у слепых равно 10,3 мин., у зрячих же на тот же сорт 6,3 мин., т. е. слепые работают значительно медленнее зрячих. Это стоит в связи с меньшей точностью проприорецепции и более медленной ее оценкой, чем зрительных восприятий.

С целью выяснения, за счет какого элемента возрастает время на обработку одной щетки у слепого рабочего, мы провели хронометраж рабочего процесса.

Анализируя данные хронометража, мы пришли к выводу, что замедление у слепого при обработке щетки идет главным образом за счет элемента „протыкание иглы в отверстие колодки“, на что слепой затрачивает времени в два раза больше, чем зрячий (0,04 и 0,02 сек). Этот элемент предьявляет к слепому требование большей точности движений (попадание в отверстие). Зрячий видит отверстие, поэтому он сразу попадает иглой в нужное ему отверстие, слепой же должен предварительно ориентироваться в расположении отверстий в колодке, непрерывно нащупывая их пальцем левой руки. Наблюдая за работой слепых с остаточным зрением, мы еще раз убедились, что рабочий привлекает зрение именно в тот момент, когда он протыкает иглу в отверстие колодки.

Выводы

1. Суставно-мышечное чувство у рабочих-слепых острее, чем у зрячих, работающих в тех же условиях, так как оно упражняется при бытовой и профессиональной работе сильнее, чем у зрячих.

2. Тактильная чувствительность у слепых менее остра, повидимому, вследствие огрубелости эпидермиса пальцев.

Поступило в редакцию
23 марта 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Сеченов. Элементы мысли. Глава 8, собр. соч., т. II. — Бюрхлен К. Проф. Психология слепых. Москва, 1932. — К. Х. Кекчеев, Л. А. Клочков, Э. С. Васильева и М. М. Эльяшберг. Колебания работоспособности слепых на заводе электромоторов „Эмос“. (Рукопись). — Griesbach. Vergleichende Untersuchungen über die Sinneschärfe Blinden und Sehender. Pflüger's Arch. 1899.

THE ROLE OF MUSCULAR AND TACTILE SENSITIVITY IN THE MAKING OF BRUSHES

By T. I. Byelova

Laboratory of Physiology of Labour (Director — Prof. K. Ch. Kektschejew) Central Institute for Labour of Invalids.

1. The muscular sense of blind workers is more pronounced than of normal persons working in similar conditions, as it is exercised more in professional and everyday work.

2. The tactile sensitivity of blind persons is not so sharpened, apparently due to the hardening of the epidermis of the finger tips.

ГАЗООБМЕН И РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРЕБЫВАНИИ В ПРОТИВОГАЗЕ И ЗАЩИТНОМ КОСТЮМЕ

З. Г. Атлетова и В. С. Раевский

Из отдела физиологии (зав. — В. И. Башмаков) Центральной психофизиологической лаборатории на транспорте

В настоящей работе мы поставили своей задачей выяснить влияние длительного пребывания в противогазе и защитном костюме на организм человека, а также разрешить вопрос о возможной длительности пребывания человека в указанном костюме как в состоянии покоя, так и при физической работе. Для разрешения указанных вопросов мы, помимо учета субъективных данных, провели физиологическое обследование газообмена, вентиляции легких и реакции сердечно-сосудистой системы у разных лиц при пребывании их в противогазе и защитном костюме.

В работах, имеющихся по вопросу о влиянии противогаза на организм человека, мы нашли указания, что пребывание в покое только в одном противогазе (без костюма) увеличивает расход энергии на 35—60% (Кравчинский) и на 6,7—12,6% (Барщевский и Нейман). Есть указания на понижение коэффициента полезного действия при работе в противогазе (Кравчинский). Хлопин, Мищенко отмечают повышенный процент содержания CO_2 во вредном пространстве. В связи с последним фактом Пахомычев говорит о хроническом кислородном голодании при пребывании в противогазе.

Для наших опытов мы имели фильтрующий противогаз, комбинезон, резиновые сапоги и резиновые перчатки. Взятый нами комбинезон не имел вентиляционного клапана.

Нужно отметить, что противогаз создает дополнительное сопротивление при вдохе и выдохе, что обуславливает затрудненность дыхания.

Вследствие указанного сопротивления в маске наличника при входе создается отрицательное давление по отношению к атмосферному. Это отрицательное давление является функцией двух величин: 1) сопротивления противогаза и 2) условий дыхания (при покое, работе и т. п.). Отрицательное давление под маской при вдохе, исследованное нами в покое, равно 4 см водяного столба; при выдохе — давление положительное равное 1—1½ см. Во время работы оно может значительно увеличиваться в зависимости от глубины вдоха и его быстроты.

Вторая отрицательная сторона дыхания в противогазе — это большое вредное пространство, равное, по нашим исследованиям, 250—300 см³.

К отрицательным качествам противогаза нужно также отнести давление резинового шлема (маски) на голову (сжатие висков и

лба) и давление краем маски на переднюю часть шеи в области адамова яблока.

Нами было поставлено всего 64 опыта на 10 испытуемых; в состоянии покоя было проведено 42 опыта: на 2 же лицах из числа 10 были поставлены опыты при работе в противогазе и защитном костюме. Некоторые наши испытуемые были раньше тренированы в ношении противогаза в течение 1 часа. Кроме того некоторая тренировка была проведена в лаборатории. Испытуемым давалось такое задание: лежать в защитной одежде как можно дольше, снимать маску только в случае невозможности дальше оставаться в противогазе. Часть опытов была проведена в дневное время. Для дневных опытов испытуемый приходил в лабораторию к 8—9 часам утра, 30—45 минут лежал на кушетке, после чего у него бралась проба воздуха в дугласовский мешок с помощью обычной лабораторной маски, исследовалось кровяное давление, сосчитывались пульс и дыхание. Затем испытуемый надевал полный комплект защитной одежды, укладывался на кушетке. Каждый час у него бралась проба воздуха, исследовались пульс, дыхание и кровяное давление. Для исследования кровяного давления в левом рукаве было прорезано маленькое отверстие.

Уже само длительное лежание в покое для здорового человека является тягостным и труднопереносимым. Это могло влиять, как мы полагали, на субъективные ощущения при лежании в защитной одежде, а также сказаться на сокращении времени пребывания в ней. Для исключения этих факторов мы поставили несколько опытов ночью.

Для ночных опытов испытуемый приходил к 10 часам вечера. Порядок исследования был такой же, как и днем. Поведение испытуемого во время каждого опыта регистрировалось в протоколе. После опыта записывались субъективные показания.

Анализ полученных нами данных приводит к следующему. В первое время тренировки в противогазе и защитном костюме наблюдается увеличение газообмена в покое по отношению к данным, полученным при исследовании в лабораторной маске. Из табл. 1 мы видим, что организм реагирует на противогаз и защитный костюм повышенным потреблением кислорода. Затрата энергии увеличивается на 20—30%. Со стороны кровяного давления, пульса и дыхания при этом мы изменений почти не наблюдаем. Мы можем сказать, что при указанных температурных условиях противогаз и защитный костюм, одетый нетренированными людьми, прежде всего сказывается на функции дыхания и затем уже на сердечно-сосудистой системе (испыт. Др.). После некоторой тренировки разница между газообменом до надевания и после надевания противогаза и защитного костюма сглаживается. Разницы между газообменом человека, находящегося в одном противогазе и в полном комплекте защитной одежды, мы при данном режиме не наблюдали.

Табл. 2 дает нам картину динамики газообмена на протяжении 8 часового пребывания в противогазе и защитном костюме в покое ночью (сон).

На всем протяжении опыта отмечалась устойчивость величин вентиляции легких, выделения углекислоты, поглощения кислорода и дыхательного коэффициента.

Пульс, дыхание и кровяное давление так же неизменны. Аналогичные данные мы получили также при исследовании газообмена во время сна в обычной одежде.

Параллельно мы исследовали воздух вредного пространства под маской на содержание CO_2 . Через вделанную в маску против рта резиновую трубку мы забирали в ртутную пипетку воздух вредного пространства в момент последних порций вдоха и выдоха. В среднем процент CO_2 в воздухе вредного пространства после вдоха равен 0,50, после выдоха 4,0. Отсюда следует, что человек, находящийся в про-

ТАБЛИЦА 1
Газообмен в периоде тренировки

Испытуемые	Условия взятия пробы	Вентил. (в 1 мин.)	Проц. выделения CO ₂	Проц. поглощения O ₂	Д. К.	Выделено CO ₂ (в см ³ в 1 мин.)	Поглоще- ние O ₂ (в см ³ в 1 мин.)	Расход энергии в 1 мин. (калориях)	Пульс в 1 мин.	Дыхание в 1 мин.	Кровяное давление	Примечание
Д.	Лабор. маска...	5,31	3,47	3,90	0,85	191,3	215,0	1 054	44	19	105/55	Через 1/2 часа от начала лежания
	В противогазе...	5,85	3,83	4,48	0,85	228	266,6	1 306	46	19	105/60	Через 1/2 часа от начала лежания в защитном костюме
	В защитном костюме.....	6,11	3,80	4,51	0,84	232,3	275,9	1 352	46	19	105/55	Через 1 час от начала лежания в костюме
К.	Лабор. маска...	5,57	3,52	3,71	0,95	196,2	206,8	1 013	71	23	102/60	Через 1/2 часа от начала лежания
	В противогазе, в защитном костюме.....	6,04	3,37	4,31	0,78	203,6	260,4	1 276	69	20	100/60	Через 1/2 часа от начала лежания в костюме
Др.	В лабор. маске.	6,06	3,41	3,93	0,87	238,3	206,8	1 168	41	16	110/65	Через 1/2 часа от начала лежания
	В противогазе...	6,28	3,59	4,50	0,80	225,4	282,5	1 384	45	18	112/67	Через 1/2 часа от начала лежания в костюме
	В защитном костюме.....	6,97	3,31	4,40	0,75	230,8	306,9	1 504	44	18	104/64	Через 1 час от начала лежания в костюме

Тяжело дышать, снял маску

Примечание. Температура комнатного воздуха во время опытов колебалась в пределах от 16 до 17,5° С.

ТАБЛИЦА 2

Покой лежа (сон) в противогазе и защитном костюме (Исп. К.)

Условия взятия пробы	Время забора пробы (часы)	Длительность взятия пробы (в мин.)	Вентиляция (в 1 мин.)	Процент выделения CO_2	Процент поглощения O_2	Д. К.	Выделение CO_2 в 1' (в см^3)	Поглощение O_2 (в 1 мин.)	Расход энергии в калориях (в 1 мин.)	Пульс (в 1 мин.)	Дыхание (в 1 мин.)	Кровяное давление	Температура
Относит. покой в лаб. маске	24	10	4,80	3,69	4,40	0,83	177,3	211,4	1,036	60	22	92/52	18,4
Покой лежа в противогазе	1	7	4,83	3,66	4,39	0,83	176,8	212,1	1,037	65	20	93/52	18,6
В защитном костюме	2	7	4,56	3,67	4,23	0,87	167,4	193,1	0,945	60	20	91/50	19,2
В защитном костюме	3	7	3,75	4,38	4,03	0,87	164,4	188,8	0,924	60	20	90/56	19,4
В защитном костюме	4	8	4,32	4,18	4,75	0,88	180,4	205	1,005	60	20	92/53	19,6
В защитном костюме	5	5	4,90	4,04	4,58	0,88	197,9	224,3	1,099	58	20	95/60	19,4
В защитном костюме	6	5	5,25	3,64	4,07	0,89	191	213,6	1,047	60	20	94/60	19,4
В защитном костюме	7	5	5,04	4,01	4,56	0,88	201	229,6	1,125	60	20	94/56	19,2

НОС

тивогозе, дышит все время воздухом, содержащим повышенный процент CO_2 . Исследование воздуха вредного пространства на протяжении нескольких часов не показало, однако, прогрессирующего увеличения процента CO_2 .

Получив данные, показывающие неизменность вентиляции легких, поглощения кислорода и пульса при длительном пребывании в противогозе и защитном костюме, мы поставили ряд экспериментов по исследованию газообмена и сердечно-сосудистой системы при имитированной работе санитаров в указанных костюмах.

В одних опытах испытуемые носили многократно носилки с грузом в 40 кг на расстоянии в 120 м, обратно же они возвращались с пустыми носилками. После каждых 10 минут такой ходьбы они отдыхали стоя 3 минуты, не снимая противогоза. В это время прилаживались мешки Дугласа и на 8-й минуте следующего периода ходьбы начиналось определение газообмена около 3 минут.

После взятия пробы воздуха т. е. спустя 23 мин. от начала работы, давался 5-минутный отдых (в противогозе) в стоячем положении. После отдыха повторялся весь описанный цикл работы с забором выдыхаемого воздуха в мешки. Таких опытов всего было проведено 16. Для контроля были поставлены опыты с ношением этого же груза без противогоза и защитной одежды.

Вторая серия опытов проводилась в помещении и состояла в хождении с грузом в 70 кг. В этих опытах вся работа продолжалась 2 часа; при этом после каждых 10 минут ходьбы давался 5-минутный отдых. В остальном режим был тот же, что и в опытах первой серии. Было проведено 6 опытов.

ТАБЛИЦА 3

Ходьба с грузом в 40 кг в противогозе и защитном костюме

Условия взятия пробы	Длительность взятия пробы		Вентиляция в 1 мин.	Процент выведения CO_2	Процент поглощения O_2	Д. К.	Выделение CO_2 в 1 мин. (в см ³)	Поглощение O_2 в 1 мин. (в см ³)	Расход энергии в калориях в 1 мин.
	мин.	сек.							
Относительный покой	5	—	4,99	4,22	4,45	0,95	210,0	222	1,088
Через 20 мин. от начала	3	03	14,73	4,10	4,99	0,91	604,0	661,5	3,241
Через 45 мин. от начала	2	49	16,13	4,33	4,80	0,90	698,5	774,3	3,794
Через 1 час	3	12	16,46	4,08	4,45	0,92	671,6	732,5	3,589
„ 1 „ 30 мин.	2	49	16,90	3,95	4,53	0,87	667,7	765	3,752
„ 2 часа	2	53	15,40	3,73	4,36	0,86	574,4	621,4	3,290
От конца работы до первой пробы восстановительного периода 48 сек.									
Восстанов. период									
1—5 мин	5	—	7,53	3,42	3,74	0,91	257,7	281,8	1,381
6—10 „	5	—	5,12	3,56	4,21	0,85	182,3	215,6	1,056
16—20 „	5	—	4,67	3,13	4,07	0,77	146,3	90,2	0,931
26—30 „	5	—	4,57	3,26	4,17	0,98	148,9	190,6	0,933

Рассматривая табл. 3, 4, 5 (ходьба с грузом в 40 и 70 кг), мы должны отметить стабильность вентиляции, дыхательного коэффициента и поглощаемого кислорода на всем протяжении опытов. Эти стабильные цифры говорят за хорошую приспособляемость организма к новым условиям работы. Сравнение табл. 3 (работа в противогозе и защитном костюме) с табл. 4 (та же работа без противогоза и защитного костюма) не дает нам почти никакой разницы в количестве поглощаемого кислорода. На основании этого мы отме-

чае м для данных режима и условий одинаковый коэффициент полезного действия работы в противогазе и защитном костюме по сравнению с работой без него.

ТАБЛИЦА 4

Ходьба с грузом в 40 кг в обычной одежде и без противогаза

Условия взятия пробы	Длит. пробы		Вентиляция в 1 мин.	Процент выделения CO ₂	Процент поглощения O ₂	Д. К.	Поглощение O ₂ в 1 мин. (в см ³)	Выделение CO ₂ в 1 мин.	Расход энергии в калориях в 1 мин.
	мин.	сек.							
Относительный покой	5	02	6,68	2,73	3,22	0,85	215,0	182,3	1053
Через 20 мин. от начала ходьбы .	2	51	18,28	3,09	3,38	0,91	617,7	568,7	3027
Через 45 мин. . . .	2	46	19,47	3,58	3,76	0,95	732,3	697,2	3988
" 1 час. 10 мин.	2	43	21,98	3,45	3,69	0,93	811,2	758,5	4277
" 2 часа	2	39	20,85	3,82	4,28	0,89	892,3	796,4	4372
От конца работы до 1-й пробы в восстановительный период 1 мин. 13 сек.									
Восстанов. период после 1—5 мин.	5	—	10,19	3,27	3,29	0,99	375,1	333,1	1642
" 6—10 "	5	—	4,53	3,10	3,59	0,86	162,8	140,6	0,797
" 16—20 "	5	—	5,78	2,98	3,56	0,84	205,7	072,0	1088
" 26—30 "	5	—	4,90	3,46	4,13	0,84	202,0	169,6	0,991

ТАБЛИЦА 5

Ходьба с грузом в 70 кг в противогазе и защитном костюме

Условия взятия пробы	Вентиляция в 1 мин.	Процент выделения CO ₂	Процент поглощения O ₂	Дыхат. коэф.	Поглощение O ₂ в 1 мин. (в см ³)	Выделение O ₂ в 1 мин. (в см ³)	Расход энергии в калор. в 1 мин.	Пульс в 1 мин.	Дыхание в 1 мин.	Кровяное давление
Покой относительный	5,65	3,29	3,87	0,85	219,2	186,4	4074	68	18	92/66
Через 25 мин. от начала ходьбы .	22,80	3,78	4,25	0,89	947	842	4641	—	—	—
Через 55 мин. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Через 1 час 25 мин.	24,17	3,35	3,82	0,87	923,4	809,7	4525	—	—	—
Через 1 " 55 "	21,72	4,08	4,78	0,85	1038,0	861,1	4342	—	—	—
После работы спустя 1 мин.										
Восстановит. период: 1—5 мин.	—	—	—	—	—	—	—	88	24	100/68
" 6—10 "	—	—	—	—	—	—	—	74	20	97/68
" 11—15 "	—	—	—	—	—	—	—	68	18	97/68
" 16—20 "	—	—	—	—	—	—	—	64	16	90/68

Однако нужно отметить более высокую легочную вентиляцию при работе в обычной одежде по сравнению с вентиляцией при выполнении такой же работы в защитном костюме.

Процент поглощения кислорода, наоборот, больше при работе в защитном костюме, чем при работе в обычной одежде.

Из анализа приведенных в этих таблицах данных мы видим влияние тренировки на затрату энергии и приспособляемость организма к новым условиям. Восстановительный период по газообмену после работы в противогазе и защитном костюме (вентиляция, поглощение кислорода) не отличается от восстановительного периода работы без указанной одежды. Нужно отметить лишь незначительное учащение дыхания после работы в противогазе и защитном костюме. По техническим обстоятельствам и условиям работы нам удалось провести только 2 исследования реакции сердечно-сосудистой системы на работу во время восстановительного периода. Эта реакция невелика.

Теперь перейдем к субъективным показаниям наших испытуемых при длительном пребывании в покое и при работе в противогазе и защитном костюме. Главным образом наши испытуемые жаловались на давление шлема на голову (сжатие лба и висков) и на шею в области адамова яблока. К этому еще добавляется иногда давление капюшона. После длительного пребывания в противогазе мы иногда наблюдали красную полосу от давления на передней части шеи. На 3-м часу (после тренировки — позднее) появляется головная боль. Испытуемые, которые проводили ночь в защитной одежде, давали несколько различные данные. Один из испытуемых чувствовал себя хорошо выпавшимся и отдохнувшим. Другой иногда жаловался на небольшую головную боль.

Вообще пребывание в полном комплекте защитной одежды по сравнению с пребыванием в одном только противогазе — тяжелее. Общее самочувствие хуже, дышать труднее. Во всех наших опытах (даже и в обычной одежде) при ходьбе с грузом испытуемые жаловались на боль в кистях рук. Они заявили, что эта боль чувствуется более резко и значительно раньше, когда на руках одеты резиновые перчатки. Усталость от физической работы, давление шлема и болезненные ощущения в руках ограничивали общее время работы.

К концу нашего исследования нами была изменена нижняя часть борта шлема, охватывающая переднюю часть шеи.

В результате указанного изменения не стала ощущаться боль от маски в области шеи. Красной полосы на шее больше не оставалось. Пребывание в противогазе по словам испытуемых стало значительно легче.

Выводы

1. Пребывание на протяжении 8 часов в противогазе и защитном костюме после некоторой тренировки не вызывает увеличения газообмена в покое по сравнению с данными газообмена, полученными вне условий пребывания в указанном костюме.

2. В покое при длительном пребывании в противогазе и защитном костюме со стороны кровяного давления и пульса изменений не наблюдается.

3. Применявшаяся нами в наших опытах работа, имитирующая работу санитаров, в противогазе и защитном костюме протекала без дополнительного расхода энергии и, следовательно, с коэффициентом полезного действия, не отличающимся от коэффициента полезного действия при выполнении той же работы без противогаза и защитного костюма.

4. Опыты по исследованию газообмена показывают, что вентиляция легких, доставка кислорода и удаление CO_2 вполне обеспечиваются обследованным образцом противогаза как в состоянии покоя,

так и при исследованной работе (около 4 кал. в 1 мин.) при вентиляции до 20 литров.

5. Тяжелую работу (санитаров) возможно выполнять в противогазе и защитном костюме в течение 2 часов по указанному регламенту и при имевших место условиях.

Отказ выполнять работу дальше вызывается побочными причинами (давление шлема, боль в руках), которые могут быть устранены применением индивидуального противогаза и другими мерами.

6. Пребывание же в покое в противогазе и защитном костюме в условиях нормальной комнатной температуры возможно в течение 8 часов.

Поступило в редакцию
9 апреля 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Кравчинский. Гигиена, безопасность и патология труда, № 8, 1929. — Билет, Попов и Шишкина. Гигиена, безопасность и патология труда, № 3, 1930. — Барщевский и Нейман. Труды и материалы Украинского института патологии и гигиены труда, 1930. — Фишман. Газовая война, 1929. — Пахомычев. Труды Военно-химической лаборатории при Высшей военно-химической школе.

DER GASWECHSEL UND DIE REAKTION DES HERZGEFÄSSSYSTEMS BEIM LANGDAUERNDEN TRAGEN VON GASMASKE UND SCHUTZKLEIDUNG

Von S. G. Atletowa und W. S. Rajewski.

Aus der physiologischen Abteilung — Leiter: W. I. Baschmakow, — des zentralen psychophysiologischen Laboratoriums für Transportwesens

Zusammenfassung

1. Nach einem gewissen Training verursacht das Tragen von Gasmaske und Schutzkleidung bei Ruhe im Verlauf von 8 Stunden keine Erhöhung des Gasumsatzes im Vergleich zu den Ergebnissen, welche ohne Tragen dieser Kleidung erhalten werden.

2. Bei langdauerndem Tragen von Gasmaske und Schutzkleidung lässt sich bei Ruhe seitens des Herzgefäßsystems im Blutdruck und Puls keine Änderung feststellen.

3. Die bei den vorliegenden Versuchen vorgenommene Arbeit, welche die Tätigkeit eines Sanitärs nachahmte, ging beim Tragen von Gasmaske und Schutzkleidung ohne zusätzlichen Energieverbrauch vor sich, das heisst also mit einem Nutzeffekt, der sich von demjenigen bei Ausführung derselben Arbeit ohne Gasmaske und Schutzkleidung nicht unterscheidet.

4. Die Versuche der Untersuchung des Gaswechsels zeigen, dass die Lungenventilation, die Sauerstoffzufuhr und die Kohlensäureabgabe durch das benutzte Gasmaskenmodell sowohl bei Ruhe, wie auch bei der vorgenommenen Arbeit (etwa 4 kal/min) bei einer Ventilation von 20 Litern völlig gewährleistet wird.

5. Eine schwere Arbeit (von Sanitären) kann beim Tragen von Gasmaske und Schutzkleidung im Laufe von 2 Stunden nach der angegebenen Vorschrift und bei entsprechenden Bedingungen ausgeführt werden.

Die Weigerung, die Arbeit weiter durchzuführen, wird durch nebensächliche Gründe verursacht (Drücken des Helmes, Schmerzen in den Händen), welche durch Benutzung genau zugepasster Gasmasken und durch andere Mittel beseitigt werden können.

6. Bei Ruhe kann Gasmaske und Schutzkleidung bei normaler Zimmertemperatur im Laufe von 8 Stunden getragen werden.

К КИНЕТИКЕ ОСАЖДЕНИЯ СЫВОРОТОЧНЫХ КОЛЛОИДОВ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ НА РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ СТУПЕНЯХ

Сообщение 1

Е. Э. Гольденберг и В. А. Остроумова

Из физико-химической лаборатории (зав. — Е. Э. Гольденберг) отдела общей физиологии (зав. — проф. К. М. Быков) Ленинградского филиала ВИЭМ

Изменение свойств коллоидов организма в зависимости от различных физиологических состояний последнего и в частности в связи с возрастом отмечалось рядом авторов. *Marinresco* (1), *Lumière* (2), *Ružička* (3) приходят к заключению, что явление старения организма связано с понижением степени дисперсности коллоидов и их конденсацией.

Ružička и его школа еще с 1917 г., а также и другие авторы (4) стремились показать, что с возрастом устойчивость сывороточных коллоидов уменьшается. Однако, несмотря на то, что этим вопросом, имеющим столь важное принципиальное значение для правильного представления о химической природе процессов развития и старения, занимался ряд авторов с крупными именами, наши знания в этой области еще весьма отрывочны и их экспериментальные основы не всегда убедительны. В частности, основные опыты *Ružička* мало убедительны прежде всего потому, что проделаны с субъективной и далеко не безупречной методикой, имевшей скорее качественный, чем количественный характер (см. *Рубинштейн*, 5).

Представлялось поэтому весьма желательным поставить на тканях и на сыворотке новые исследования с тем, чтобы с более совершенной методикой критически пересмотреть, дополнить и систематизировать данные предыдущих авторов и, прежде всего, данные *Ružička*, работы которого послужили для нас отправным пунктом.

Работа по возрастным изменениям коллоидов тканей была недавно проделана, по предложению Е. Э. Гольденберга, А. О. Войнаром (6), собравшим обильный экспериментальный материал и показавшим, что с возрастом ионизация тканевых коллоидов уменьшается. Задачей же настоящей работы являлось тщательное исследование возрастных изменений сывороточных коллоидов, в несколько иных, по сравнению с *Ružička*, экспериментальных условиях и с помощью сравнительно новой в наших лабораториях методики.

Как известно, устойчивость коллоидного золь определяется, по *Kruyt* (7), двумя факторами — степенью гидратации и электрическим зарядом коллоидных частичек. Уменьшение каждого из этих факторов может вызвать коагуляцию. В опытах *Ružička* коагуляция вызы-

валась дегидратацией спиртом. В наших же опытах мы решили применить коагуляцию многовалентным катионом, противоположно заряженным по отношению к сывороточным коллоидам, именно катионом алюминия, что позволило ближе судить об интересовавшем нас электрическом заряде коллоида, чем коагуляция спиртом.

Далее мы применили методику измерения коагуляции путем регистрации помутнения раствора „электронфелометром“. Этот простой прибор, сконструированный нами, заключал в себе в качестве главной части фотоэлемент и позволял нам достаточно тонко и объективно измерять помутнение и, во-вторых, давал возможность следить за ходом коагуляции во времени, что представлялось нам весьма важным и интересным. Как показал наш опыт, электронфелометр, вообще говоря, с большим удобством может быть применен и во всех других случаях, когда требуется измерение мутностей вместо обычного нефелометра, а также для измерения интенсивностей окраски, вместо обычного колориметра.

Методика

В настоящее время применение фотоэлемента для определения мутности раствора („нефелометрия“, „турбидиметрия“ и т. п.) находят все большее и большее распространение в различных химических и биологических исследованиях. Американскими и западно-европейскими фирмами уже предлагаются разнообразные модели таких приборов. Конструированные различными авторами для их специальных целей установки основаны частью на измерении интенсивности света, прошедшего через мутную среду, как например в работе Kofman (8), частью на измерении света, рассеянного частицами мутной среды, как например в работе Андреева (9). В приборе, предложенном Франком (10), возможны измерения по тому и по другому принципу. Однако тщательные исследования Capals и Hortala (11) показали, что измерения по первому из этих принципов являются более удобными, так как результат измерения менее зависит в этом случае от размеров и формы частиц и от спектрального состава света.

Описанный ниже электронфелометр конструирован нами по принципу относительного измерения интенсивностей светового пучка, прошедшего через стандартный и через испытуемый раствор. Свет, проходящий через мутную среду, отчасти рассеивается, отчасти поглощается, и на рабочую поверхность фотоэлемента попадает, поэтому, меньше энергии, чем в случае стандартного более или менее прозрачного раствора. Это уменьшение интенсивности света по сравнению со стандартом и служило нам мерой мутности раствора.

Наш прибор представлял собой в основном ящик из черного картона с заключенным в нем источником света, оптической системой, кюветкой с испытуемым раствором и фотоэлементом, соединенным с зеркальным гальванометром. Показания гальванометра отсчитывались по шкале со зрительной трубой.

Приводим схему прибора и некоторые подробности его конструкции.

В начале опыта накал лампочки с помощью реостатов устанавливался так, что гальванометр показывал 100 делений шкалы. Разность между 100 и соответствующим показанием гальванометра при помутнении раствора мы и принимали непосредственно за меру помутнения.

Нами была исследована в чистых опытах сывортка 14 собак, разделенных на три группы: 3 взрослых собаки, 6 щенков и 5 старых

собак. Собаки содержались в одинаковых условиях, пищевой режим их был одинаков. Кровь бралась из вены через сутки после кормления, центрифугировалась, затем разводилась 0,9% NaCl. Наиболее удобное разведение, как показал опыт, — 1/50 или 1/60. К 1,0 см³ разведенной сыворотки, находившейся в кюветке, прибавлялся из микробюретки 1/8% AlCl₃ обычно по 0,08 см³. Появляющееся вследствие выпадения белков помутнение отсчитывалось по шкале гальванометра в течение 30—40 минут, сначала через каждую минуту, затем через большие промежутки.

К описанию нашей методики мы добавим еще следующие замечания. При разведении сыворотки дистиллированной водой процесс коагуляции протекает настолько быстро, что за ходом помутнения следить оказывается невозможным, несмотря на различные варианты в отношении количеств сыворотки и алюминия. Поэтому измерения

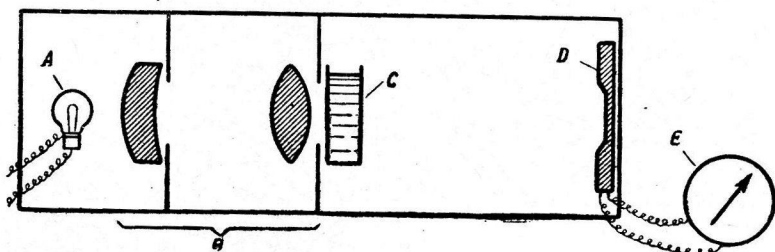


Рис. 1. Схема электронейфелометра. А — источник света — 12-вольтовая лампочка, питающаяся постоянным током от батареи аккумуляторов. Накал лампочки точно регулируется с помощью системы реостатов. В — оптическая система, состоящая из двух линз с двумя постоянными щелевыми диафрагмами. Система подобрана так, что рабочая поверхность фотоэлемента равномерно освещена пучком лучей, прошедшим через кюветку с раствором. Площадь пучка несколько больше рабочей поверхности фотоэлемента. С — кюветка с плоскопараллельными стеклянными стенками для испытуемого раствора, емкостью в 2 см³. D — селеновый фотоэлемент. Чувствительность 300 мА на люмен. E — зеркальный гальванометр Hartmann и Braun. Чувствительность порядка 10⁻⁷ А, сопр. 5 Ω.

приходится вести при разведении сыворотки физиологическим раствором, который замедляет коагуляцию настолько, что она растягивается иногда на 30 и более минут. Далее при разведениях меньших 1/50 измерения осложняются образованием и выпадением флоккулятов, просветлением раствора и т. д. Поэтому, как указывалось, все основные измерения проведены при довольно больших разведениях, дававших характерный и устойчивый ход коагуляции. Затем опыт показал, что перед каждым отсчетом для получения стойких результатов необходимо помешивание раствора. Это помешивание производилось специальной стеклянной палочкой в течение определенного промежутка времени. Отметим, наконец, что применявшаяся концентрация алюминия была нами также эмпирически установлена и представляла, как нам казалось, одно из необходимых условий для точного и удобного наблюдения за ходом коагуляции. Эта концентрация алюминия в сыворотке рассчитывалась так, что его было как-раз достаточно для немедленного появления в растворе заметной мути. Само собой разумеется, что опыты на собаках всех возрастов проходили при строго одинаковых даже в деталях условиях.

Результаты опытов

Приводим сначала результаты опытов на трех взрослых собаках. Как и везде в дальнейшем, берется $1,5 \text{ см}^3$ сыворотки, разведенной $1/50$ физиологическим раствором ($0,9\%$ NaCl). Прибавляется $0,08 \text{ см}^3$ $1/8\%$ AlCl_3 .

Возраст собак приблизительно от 2 до 7 лет.

ТАБЛИЦА 1

Ход коагуляции коллоидов сыворотки при прибавлении хлористого алюминия у взрослых собак

№ измерения	Время отсчета	Показания гальванометра			Среднее
		„Лис“	„Пут“	„Дальма“	
1	0 мин.	100	100	100	100
2	1 „	96	95	101	97
3	2 „	90	83	92	88
4	3 „	85	79	85	83
5	4 „	80	78	84	81
6	5 „	77	76	83	78
7	10 „	73	73	80	75
8	15 „	70	73	78	73
9	25 „	67	69	77	71
10	35 „	65	69	77	70
11	45 „	62	69	77	69
12	55 „	62	69	77	69

Итак, показания гальванометра со временем падает сначала довольно быстро, затем медленнее. Окончательно гальванометр устанавливается приблизительно через 30 мин. опыта, тогда его показание около 70, т. е. мутность раствора около 30.

В следующей таблице (табл. 2) приводим результаты таких же опытов со щенками. Опыты были поставлены на 6 щенках в возрасте 2—6 месяцев. Щенки „Рыжик“ 1, 2 и 3—от одной и той же матери. Рыжик № 3—самка.

ТАБЛИЦА 2

Ход коагуляции коллоидов сыворотки при прибавлении хлористого алюминия у щенков

№ измерения	Время отсчета	Показания гальванометра						Среднее
		„Пушок“	„Рыжик 1“	„Рыжик 2“	„Рыжик 3“	„Булька“	„Космач“	
1	0 мин.	100	100	100	100	100	100	100
2	1 „	97	100	97	95	103	102	99
3	2 „	96	97	90	90	95	100	95
4	3 „	95	93	89	83	92	99	92
5	4 „	94	93	88	81	89	98	90
6	5 „	94	92	88	80	88	98	90
7	10 „	94	90	87	79	84	95	88
8	15 „	93	89	87	79	80	95	87
9	25 „	92	87	87	78	79	94	86
10	35 „	92	87	87	78	79	94	86
11	45 „	92	87	87	78	79	94	86

Как показывает эта таблица, коагуляция сывороточных коллоидов у щенков заканчивается очень быстро, практически через 5—10 минут после начала опыта, причем конечные показания гальванометра значительно выше, чем у взрослых собак, т. е. выпадение мути при прибавлении электролита в опытах со щенками останавливается значительно быстрее и сама муть является значительно более слабой (около 15), чем в опытах с взрослыми собаками.

ТАБЛИЦА 3

Ход коагуляции коллоидов сыворотки при прибавлении хлористого алюминия у старых собак

№ измерения	Время отсчета	Показатели гальванометра					Среднее
		„Арап“	„Цыганка“	„Пудель“	„Нерон“	„Моис“	
1	0 мин.	100	100	100	100	100	100
2	1 „	95	96	94	95	94	95
3	2 „	93	85	85	82	84	86
4	3 „	82	61	78	77	81	80
5	4 „	77	79	77	75	79	77
6	5 „	77	77	75	71	78	76
7	10 „	74	72	70	64	75	71
8	15 „	73	69	65	60	73	67
9	25 „	65	64	58	57	68	62
10	35 „	60	59	55	54	60	58
11	45 „	58	58	52	54	57	56
12	55 „	57	58	50	54	57	55

Наконец опыты со старыми собаками (пять животных в возрасте 10—15 лет) привели к результатам, представленным в табл. 3.

Итак, процесс коагуляции растягивается у старых собак на промежуток времени значительно более длинный, чем у щенков и у взрослых собак, именно до 45 мин. и более. Кроме того, помутнение в сыворотке старых собак идет полнее и мутность достигает значительно больших величин (до 45), чем у молодых и взрослых животных.

Если представить основные результаты, полученные нами, в виде кривых коагуляции, то мы получим весьма наглядную картину, показывающую различие в ходе коагуляции у молодых, взрослых и старых животных.

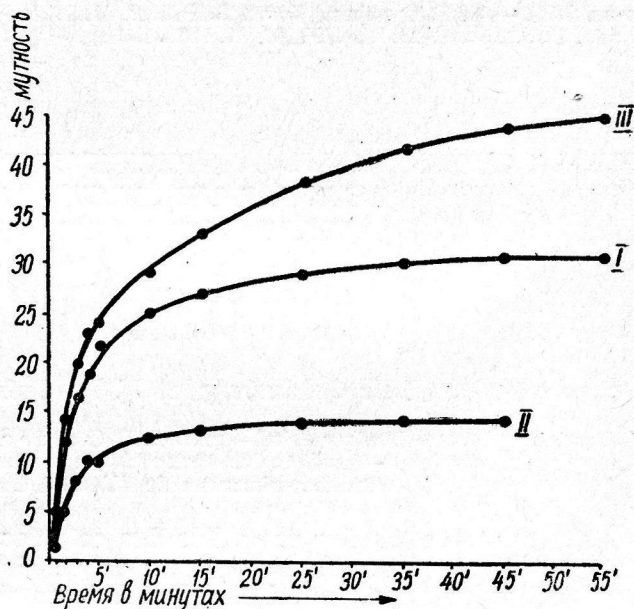


Рис. 2. Кривые коагуляции сыворотки у молодых (II), взрослых (I) и старых (III) животных при прибавлении хлористого алюминия.

На абсциссе — время в минутах;
На ординате — мутность раствора.

Рисунок показывает, что у более старых животных осаждение сывороточных коллоидов катионом алюминия идет сильнее и растягивается на большее время, чем у молодых животных. Следовательно, можно предполагать, что, действительно, с возрастом меняются свойства белков или белковых комплексов в направлении уменьшения электрических зарядов коллоидных частичек.

Выводы

Построенный нами прибор для измерения степени мутности раствора с помощью фотоэлемента — „электронфелометр“, позволяет легко получать кривые коагуляции во времени сывороточных коллоидов при прибавлении к разведенной сыворотке электролита. Полученные таким образом кривые коагуляции в сыворотке молодых, взрослых и старых животных (собак) свидетельствуют об уменьшении с возрастом устойчивости сывороточных белков или белковых комплексов, связанной, вероятно, с уменьшением электрических зарядов коллоидных частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Marinesco, Bull. Acad. méd. CXI, No. 21. 761. 1934. — 2. Aug. Lumière, Colloïdes et micelloïdes. Paris. 1933. — 3. W. Ružička, Arch. f. Entwickl. 42, 697. 1917; Pflüger's Arch. 194, 138. 1922; Scientia, LII, I—IX, 157. 1932. — 4. E. Bauer. Arch. f. mikrosk. Anat. 101. 483, 1924; J. Duzar, Jahresber. f. Kinderheilk. 100, 237, 1923; Sachs u. Octtingen, M. med. Wochenschr. No 12, 1921. — 5. Д. Рубинштейн. Физико-химич. основы биологии. 1932. — 6. А. Войнар. Материалы к вопросу о возрастных изменениях коллоидов тканей. Сталино, 1935. — 7. Кгуйт. Коллоиды (русск. пер.). 1933. — 8. Kofman. C. r. soc. biol. CXII, 478. 1933. — 9. Н. Андреев. Журн. физ.-хим. о-ва. 1932. — 10. Г. Франк. Бюлл. ВИЭМ. 2, 35. 1935. — 11. E. Canals et A. Hortalá, Bull. Soc. Ch. Biol. XV, No. 10. 1535, 1933.

SUR LA CINÉTIQUE DE LA PRÉCIPITATION DES COLLOIDES SÉREUX PAR LES ÉLECTROLYTES À DIFFÉRENTS DEGRÉS D'ÂGE

1-ère Communication

par

E. E. Goldenberg et V. A. Ostrooumova

Laboratoire physico-chimique (chef — prof. E. E. Goldenberg) de la section de physiologie générale (chef — prof. C. M. Bykoff) de la Succursale de l'Institut de Médecine Expérimentale de l'URSS à Lénigrad

Les changements des propriétés des coloïdes de l'organisme en fonction de divers états physiologiques de ce dernier et particulièrement en fonction de l'âge, ont été étudiés par de nombreux auteurs. Marinesco, Lumière, Ružička arrivent à la conclusion que le phénomène du vieillissement de l'organisme est caractérisé par la baisse du degré de la dispersion des colloïdes de cet organisme. Tout de même, à l'heure qu'il est, nos connaissances dans ce domaine d'importance capitale sont encore très fragmentaires et leurs bases expérimentales sont parfois loin d'être suffisa-

ment convaincantes. En particulier, les expériences fondamentales de Ružička pèchent par leur méthode subjective, qui porte un caractère plutôt qualitatif que quantitatif. C'est pourquoi ns. ns. sommes proposé de soumettre à une révision critique les données en question, de les compléter et de les systématiser, et en premier lieu les expériences de Ružička, dont les travaux concernant le sérum sanguin nous ont servi pour point de départ. Un pareil travail sur les tissus, accompli au laboratoire de Goldenberg, fut publié par Vořnar. Quant au travail présent, nous y avons posé pour tâche d'étudier la marche avec le temps de la coagulation des colloïdes du sérum pris aux chiens adultes, jeunes et vieux. On provoquait la coagulation en ajoutant 0,08 c. c. de chlorure d'aluminium à 1,5 c. c. de sérum dilué 50 fois par la solution de chlorure du sodium (0,09). Quant au processus de la coagulation nous en avons jugé par les changements de l'état trouble de la solution que l'on mesurait à l'aide de l'électronéphélomètre. Cet appareil construit par nous (v. le schema, Fig. 1) représente une boîte en carton ou en bois qui contient une lampe électrique (A), un système optique (B), une cuvette avec la solution à l'épreuve (C) et une phot cellule (D) liée au galvanomètre (E). Au début de l'expérience, avant d'ajouter l'électrolyte, on fixait le galvanomètre au moyen de rhéostates sur le chiffre 100. Dès que l'électrolyte fut ajouté, l'indication du galvanomètre déclina de 100 vers les chiffres moins hauts correspondants à telle ou autre intensité de l'état trouble de la solution. Ces indications du galvanomètre sont données dans les tableaux 1—3 qui contiennent les résultats numériques de nos expériences.

La fig. 2 représente les courbes de l'état trouble que nous avons exprimé comme la différence entre 100 et l'indication du galvanomètre. Sans nous arrêter aux détails, passons aux résultats. Le tableau 1 représente les indications du galvanomètre qui correspondent à la marche de la coagulation des colloïdes dans le sérum des chiens adultes, à l'âge de 2 à 7 ans.

La tableau 2 représente la marche de la coagulation chez les jeunes chiens à l'âge de 2 à 6 mois, et le tableau 3 montre la marche de la coagulation chez les chiens vieux, à l'âge de 10 à 15 ans. La confrontation de ces résultats laisse voir que le processus de la coagulation chez les vieux chiens dure un laps de temps beaucoup plus considérable que chez les chiens jeunes et les chiens adultes. En outre, la coagulation dans le sérum de vieux chiens est plus complète et l'état trouble y atteint des degrés plus considérables que chez les animaux jeunes et adultes. Cette différence, obtenue, naturellement, ceteris paribus, se manifeste nettement dans les courbes de la fig. 2, où est tracée la marche de la coagulation chez les animaux adultes (I) jeunes (II) et vieux (III). L'abscisse désigne le temps en minutes, l'ordonnée — l'intensité de l'état trouble. Donc, ces courbes démontrent la baisse avec l'âge de la stabilité des colloïdes séreux (protéines ou complexes protéineux), conditionnée, ou moins partiellement, conformément aux auteurs cités, par la diminution des charges électriques des particules colloïdales.

ЭЛЕКТРОЛИЗ ЭРИТРОЦИТОВ

V.¹ Действие постоянного тока на эритроциты кур²

Л. А. Семенов

Из физиологической лаборатории Оренбургского агрозооветинститута (зав. — проф. В. П. Петропавловский).

Влияние всевозможных внешних агентов на красные кровяные тельца разных животных неоднократно служило предметом исследований в целях изучения особенностей строения, проницаемости, резистентности и видовой специфичности эритроцитов.

Присущие последним биологические и физико-химические свойства теснейшим образом связаны с состоянием окружающей кровяные тельца среды [Manassein (1)]. Возникающие в ней изменения приводят к разнообразным изменениям эритроцитов.

Еще в прошлом столетии Max Schultze показал (2) влияние температуры на форму эритроцитов. Особенно много для понимания зависимости эритроцитов от условий внешней среды дали работы Н. Hamburger (3), Н. Коеппе (4—6), Hedin (7—9), изучивших осмотические условия существования этих клеток, проницаемость, осмотическую резистентность и влияние на них различных ионов.

Основоположником другого направления исследований является A. Rollett (10), применивший еще в прошлом столетии электрический ток для различных воздействий на красные кровяные тельца. Данные Rollett приведены в предыдущих сообщениях этой серии (13, 14, 15, 17), поэтому мы не считаем нужным останавливаться на них подробно.

Из позднейших работ в этой области следует отметить работы Höber (12, 13), В. П. и В. В. Петропавловских (13—14), Ломанова (15) и Murakami (16) (1932) г.; последний изучал гемолитическое влияние электрического тока на красные тельца человека, лошади, кролика, собаки, голубя, черепахи и лягушки.

Переходя непосредственно к задачам наших исследований, следует заметить, что кровь птиц вообще и кур в частности, как это известно, имеет ряд специфических структурных и физико-химических особенностей, отличающих ее от крови других классов и видов животных. Эти особенности крови птиц, несомненно, должны привести и к некоторой, характерной для определенного вида, своеобразности качественных изменений эритроцитов от действия электрического тока. Так как данных по этому вопросу еще очень мало, а в отношении крови

¹ Сообщ. I, II и III см. этот журнал, 18, № 6, 1935, сообщ. IV — 21, № 1, 1936.

² Предварительное сообщение сделано на 9-й научной конференции Оренбургского АЗВ ин-та в феврале 1934 г.

кур их совсем нет, то мы взяли в качестве объекта своих наблюдений эритроциты куриной крови, на которые действовали постоянным электрическим током. Основные задачи исследования сводились к: 1) выявлению картины и последовательности, наступающих под влиянием электрического тока, качественных изменений эритроцитов кур; 2) выявлению различий в действии постоянного тока на обоих полюсах; и 3) изучению электролитической резистентности куриных эритроцитов при определенных условиях. На основании этих данных можно уже судить о видовой специфичности куриной крови.

Анализу полученных данных и посвящена настоящая работа.

Методика

Нами применялась в основном методика описанная проф. Петропавловским (13) с внесенными в нее некоторыми изменениями.

Кровь для исследований бралась у содержащихся в лаборатории здоровых, беспородных кур (две курицы в возрасте, приблизительно, 2 и 4 лет, один петух — 3 лет и несколько цыплят, возрастом от одного — двух дней до 2 месяцев), а для сравнительных исследований брались пробы и от кур, живущих на свободе. У взрослых и молодых кур кровь бралась из *v. cutanea ulnaris* [Л. А. Семенов (18)]; но у некоторых 1—2-дневных цыплят, ввиду того что при взятии из вены обыкновенно к крови примешивается много лимфы, бралась смешанная кровь — при отрезании у них головы. Кровь разбавлялась в 100 раз 0,9% раствором NaCl. Вначале наблюдения за происходящими на полюсах изменениями велись в разных концах капилляра, т. е. на одном конце изучалось влияние катода, на другом — влияние анода; впоследствии, чтобы создать для отдельных опытов тождественные условия, наблюдения велись на одном конце, но мы меняли только направление тока. Сила применяемого тока выражалась в сотых долях мА, напряжение колебалось в пределах от 3 до 6 V. Наблюдения проводились при среднем и малом увеличении микроскопа (120—600 раз). Для наблюдений всегда ставилось одно место капилляра, приблизительно на расстоянии в 0,7—0,6 мм от полюса. Перед началом следующего опыта остатки жидкости отсасывались из камеры фильтровальной бумагой, затем капилляр и боковые углубления 2—3 раза промывались дистиллированной водой. Только после этого в камеру помещалась новая порция разбавленной крови.

Всего нами проведено более 200 наблюдений.

Собственные наблюдения

Эритроциты разбавленной в 100 раз крови кур после 10-минутного пребывания в капилляре обыкновенно уже все успевают осесть на дно камеры (для осаждения достаточно и меньшее время — около 3—4 мин.). Осевшие эритроциты лежат довольно плотно друг к другу. Они правильной овальной формы, желтоватого цвета; содержат неотчетливо видимое, овальное ядро. Размеры эритроцитов (измерялись окулярным микрометром): большой диаметр в среднем — 12,6 μ (от 11,2 до 14 μ), малый — 7,0 μ (от 5,6 до 8,4 μ). Эти цифры близки к данным Рухлядева и Зайцева (19), установивших на большом материале средние размеры эритроцитов простых кур в 11,8 μ — 7,6 μ . Наши наблюдения показали, что проходящий через эту кровь постоянный электрический ток вызывает в осевших эритроцитах ряд изменений до гемолиза включительно. Чем выше напряжение поляризующего тока, тем резче и быстрее наступают эти изменения. Они получаются в области катода и анода, но характер их у обоих полюсов не одинаков, хотя как один, так и другой ведут к разрушению эритроцитов.

1. Изменения эритроцитов кур в интерполярном участке вблизи катода

При замыкании постоянного тока эритроциты, находящиеся в интерполярном пространстве капилляра вблизи катода, или остаются неподвижными, или слабо перемещаются.

Первые движения наблюдаются в слое осевших на дно камеры эритроцитов и происходят по направлению к катоду. Они появляются или в момент замыкания тока или в первые секунды после него, причем обыкновенно передвигается только часть эритроцитов, другая же часть остается неподвижной и кажется плотно фиксированной на дне капилляра.

Кроме того в более высоких слоях камеры наблюдается движение эритроцитов, выплывающих в поле зрения со стороны катода. Это движение происходит в направлении анода.

Возникновение этих передвижений эритроцитов, в известной мере, зависит от величины напряжения постоянного тока. Замыкание постоянного тока более высокого напряжения (6—5 V) почти всегда приводит к этим перемещениям; замыкание тока меньшего напряжения (3—4 V), наоборот, вызывает их очень редко.

Обыкновенно и то и другое передвижение эритроцитов довольно скоро прекращается, но уже через короткое время от начала поляризации на дне камеры образуются несколько различных по своей величине групп эритроцитов, состоящих обычно из 5—20 (иногда больше) кровяных тельц. Границы между отдельными эритроцитами видны отчетливо. Это говорит за то, что эритроциты просто группируются не склеиваясь друг с другом.

При дальнейшей поляризации ядра эритроцитов, представляющиеся в нормальной крови в виде сероватых образований с нерезкими контурами, становятся хорошо заметными и приобретают более резкие контуры. Затем ядра начинают увеличиваться в размерах, что происходит сначала у немногих, а затем и у всех эритроцитов и вместе с этим границы, отделяющие их от эндозомы, все больше и больше стираются. Наконец ядро исчезает, целиком разрушаясь внутри кровяного тельца. После этого, если при поляризации применяется ток напряжением в 6—5 V, эритроциты сразу же начинают быстро сжиматься (особенно резко это сжатие происходит по продольному диаметру) и принимают форму шара. Окраска при этом сохраняется. Через несколько мгновений этот безъядерный шар лопається, обыкновенно с такой силой, что лежащие поблизости эритроциты отлетают в стороны. При поляризации током более низкого напряжения, в 3—4 V, эти изменения развиваются медленнее: каждый из эритроцитов на несколько мгновений остается неизменным, затем уменьшается и одновременно становится шарообразным. Через некоторое время (зависящее от величины напряжения постоянного тока) эритроциты разрываются и исчезают. Наблюдение показывает, что разрыв эритроцитов происходит, главным образом, на том месте, которое до округления эритроцита соответствовало более острому концу его. При округлении эритроцитов нормальный продольный диаметр изменяется резко всего: от 14—11,2 μ он уменьшается до 7 μ —8,5 μ , в то время как ширина эритроцитов почти не изменяется. Таким образом они представляются совершенно круглыми. В некоторых опытах было замечено, что эритроциты, лежащие ребром, при поляризации уменьшались в длину и увеличивались в толщину. На этом основании можно заключить, что они принимали форму шара. Сходные изменения формы эритроцитов можно наблюдать при помещении их в гипотонические растворы, где они тоже округляются и лопаются. При поляризации постоянным электрическим током разбавленной физиологическим раствором крови мы не можем не учитывать возможных влияний изменяющихся осмотических условий. Однако в изменениях эритроцитов под влиянием осмотических условий и условий нашего опыта легко

усмотреть принципиальные различия. При осмотическом гемолизе не происходит такого уменьшения эритроцитов, какое наблюдается при поляризации на катоде, и не наступает разрушения ядра. При поляризации крови постоянным током происходит изменение рН среды, что и является главным действующим фактором, приводящим к гемолизу. Гемолиз в области катода в нашей лаборатории назван „катэритроцитоллизом“. По прекращении „катэритроцитоллиза“ в микроскопе на месте эритроцитов не удается обнаружить не только ядер, но и каких-либо других остатков кровяных телец. Дно камеры представляется совершенно чистым.

Повидимому этот гемолиз носит характер строматолиза.

Описанные качественные изменения эритроцитов в основном наблюдаются в крови кур независимо от пола и возраста с некоторой только разницей во времени их наступления. При исследовании крови у двухдневного цыпленка, породы „Виандот“, при внешней температуре в $21,5^{\circ}\text{C}$ и напряжении постоянного тока в 5 вольт, были замечены некоторые особенности молодой крови; эритроциты принимают сначала веретенообразные или неправильные формы, и только вслед за этим округляются. Скорость наступления отдельных изменений эритроцитов зависит от напряжения постоянного тока и ряда других факторов, о которых будет сообщено ниже. Следует отметить, что изменения эритроцитов раньше появляются в участке поля зрения ближнем к катоду и затем довольно быстро распространяются на все поле зрения (см. ниже протокол „катэритроцитоллиза“ № 65).

Таким образом следует отметить, что в интерполярном участке вблизи катода происходят увеличение и последующее разрушение ядра, быстрое округление эритроцитов и их гемолиз, часто носящий характер взрыва кровяного тельца. После „катэритроцитоллиза“ на дне капилляра не остается признаков ни ядер ни стромы; отсюда можно предполагать, что разрушение эритроцитов вблизи катода носит характер строматолиза.

2. Изменение эритроцитов в интерполярном участке вблизи анода

По сравнению с интерполярным участком катодного конца камеры, у анода перемещения выражены слабее. Иногда замечается слабое движение эритроцитов к отрицательному полюсу, которое вскоре останавливается, а затем эти же эритроциты начинают медленно плыть обратно к положительному полюсу. Иногда первое движение к катоду отсутствует, или настолько слабо, что заметным становится только перемещение к аноду. Эти перемещения происходят по дну капилляра. Движения в более высоких слоях отсутствуют. Перемещение эритроцитов в интерполярном участке вблизи анода, повидимому, вызывается отрицательным зарядом кровяных телец, так как движение к аноду проявляется более сильно, чем вызванное токами жидкости движение к катоду. Группирование эритроцитов у анода наблюдается значительно реже.

При дальнейшей поляризации крови в эритроцитах контурируются ядра, которые становятся не только резко отграниченными от эндозомы, но и уменьшенными. Вслед за этим уменьшаются и частично округляются сами эритроциты. Округление эритроцитов начинается с конца поля зрения, лежащего ближе к аноду, и постепенно распространяется на все видимые кровяные тельца. В отличие от катодного участка, на аноде не наступает полного округления эритроци-

тов. Вначале округление едва уловимо, но со временем оно все более и более усиливается. В этом состоянии большая часть их имеет измерения $8,5 \times 7 \mu$. Необходимо отметить, что в этот момент нам никогда не удавалось наблюдать кровяные тельца в боковом положении, поэтому судить о том, изменяется ли и в какой степени их толщина, мы можем только предположительно. По всей вероятности, здесь эритроциты не принимают шаровидной формы, как у катода, ибо в этом случае они *en face* тоже казались бы вполне круглыми, чего в действительности нет. При обыкновенно медленном развитии частичного округления эритроцитов в поле зрения можно наблюдать различные их формы, от нормальной до почти круглой, и в этой последней стадии кровяные тельца кажутся блестящими, резко отграниченными от окружающего их разбавителя. В дальнейшем, под действием постоянного тока, в анодном конце капилляра наступает своеобразный гемолиз, который, в отличие от катодного, был назван нами „анэритроцитололизом“. Он заключается в следующем: эритроциты, до этого имевшие хорошо выраженную желтоватую окраску, постепенно начинают бледнеть, из них выходит красящее вещество и, наконец, на месте их остаются только ядра, окруженные совершенно бесцветным, едва заметным ободком стромы. Эритроцит, как таковой, исчезает, ядро же всегда остается, хотя, повидимому, тоже изменяется.

Иногда можно наблюдать несколько иной процесс: после стадии контурирования и уменьшения ядер и частичного округления эритроцитов, ядра снова увеличиваются и из блестящих становятся снова тусклыми. Затем иногда вслед за увеличением ядер вновь увеличиваются и сами эритроциты, которые в дальнейшем не просто бледнеют, а лопаются, выталкивая при этом деформированные ядра. Иногда же (при более низких напряжениях) после увеличения ядер, эритроциты, не меняя своей формы, начинают, как и в первом случае, бледнеть, превращаясь в бесцветные „тени кровяных телец“. В обоих последних случаях ядра деформируются и имеют неправильную форму. Признаки ядер все же всегда остаются. Этот второй вид протекания анэритроцитололиза мы считаем атипичным. Для демонстрации его приводим один из протоколов:

ПРОТОКОЛ № 139, 22/III 1934 г.

Курица — беспородная, окраска перьев черно-желтая, возраст — приблизительно 3—4 года. Кровь взята из *v. cutanea ulnaris* в 11 часов и разбавлена в 100 раз 0,9% раствором NaCl. Наблюдение производилось на расстоянии 0,7 мм от анода. Увеличение в 600 раз.

В 16 час. 0,5 мин.	— кровь помещена в камеру.
„ 16 „ 10 „	— эритроциты осели на дно камеры; лежат довольно плотно друг к другу, имеют желтоватую окраску и правильную эллиптическую форму. Ядра заметны не особенно ясно, в виде сероватых включений овальной формы.
„ 16 „ 19 „	— замкнут ток напряжением в 5 V. В момент замыкания тока эритроциты неподвижны.
„ 16 „ 19 „ 10 сек.	— слабое перемещение осевших на дно эритроцитов в сторону катода.
„ 16 „ 19 „ 32 „	— эти же эритроциты начали двигаться обратно к аноду. Эритроциты не группируются.
„ 16 „ 21 „ 10 „	— ядра в эритроцитах уменьшаются и становятся более круглыми. Они приобретают при этом резкие контуры, хорошо очерчивающие их от эндозомы эритроцитов, и кажутся как бы блестящими.
„ 16 „ 21 „ 33 „	— эритроциты уменьшаются и принимают более округлую форму. Таких большинство.

- В 16 час. 21 мин. 35 сек. — вновь в эритроцитах несколько увеличиваются ядра, контуры их становятся менее резкими.
- „ 16 „ 22 „ 0 „ — замечено начало анэритроцитолита; эритроциты бледнеют и поочередно превращаются в „тени кровяных телец“, разрывов их не наблюдается.
- „ 16 „ 22 „ 49 „ — полное обесцвечивание эритроцитов. В поле зрения осталось несколько как будто бы цельных ядер, другие деформированы и похожи на обломки ядер. Ток выключен.

Наблюдение при малом и среднем увеличении показало, что в различных участках капилляра эритроциты находятся не в одинаковой степени распада. У края капилляра, ближнего к аноду, видны только деформированные ядра, дальше от анода лежат лучше сохранившиеся ядра, окруженные едва заметным ободком стромы, еще дальше — цельные ядра, рядом с цельными частично округленными эритроцитами и, наконец, в середине капилляра или за его серединой (ближе к катоду) — одни цельные эритроциты с блестящими контурированными ядрами, иногда значительно округленные, иногда овальной формы. Цельных эритроцитов в разных случаях бывают неодинаковые количества; так иногда, особенно при продолжительном действии постоянного тока, совершенно не остается цельных эритроцитов, вместо их вся середина камеры усеяна уменьшенными и блестящими ядрами, которые ближе к аноду все больше и больше деформированы.

Необходимо также отметить, что на участках равноудаленных от полюсов обыкновенно анэритроцитолит наступает позднее катэритроцитолита, в некоторых случаях настолько значительно, что если после окончания катэритроцитолита переставить под микроскоп анодный конец камеры, то удастся на этом же препарате проследить и анэритроцитолит. Наблюдение последнего к тому же занимает больше времени, несмотря на то, что опыт прекращался нами, когда на месте наблюдения оставалось еще несколько (3—8) штук довольно хорошо видимых, побледневших эритроцитов. Обычно крайне трудно определить: содержат они еще красящее вещество или это уже бесцветные „кровяные тени“, так как нет возможности сравнить степень их окраски с нормальными эритроцитами. Видимо, это наиболее резистентные из имевшихся в пробе крови эритроцитов. Учитывая, что количество их может быть непостоянным, мы обыкновенно прекращали опыт при неодинаковом числе этих оставшихся эритроцитов в тот момент, когда они все уже побледнели, но еще различимы. Для сравнения хода процессов на обоих полюсах приводим протокол двойного опыта, показывающий время наступления и продолжительность гемолиза у катода и анода на одной и той же пробе крови.

ПРОТОКОЛ № 65, 17/XII 1933 г.

Курица — беспородная, рябая, возраст 2—3 года. Кровь взята в 15 час. и разбавлена в 100 раз 0,9% раствором NaCl. Наблюдение проводится сначала у катода, затем у анода на расстоянии 0,7 мм от каждого полюса.

- В 16 час. 55 мин. — кровь помещена в камеру. Эритроциты нормальные, имеют слабожелтую окраску, форма правильная, ядро — в виде сероватого овального включения без резких границ.
- „ 17 „ 05 „ — замкнут ток напряжения 4,5 в.
- „ 17 „ 06 „ — все ядра стали более резко заметны.
- „ 17 „ 06 „ 58 сек. — замечено начало увеличения ядер в части эритроцитов, причем резкие границы исчезали и ядра становились все менее заметными.
- „ 17 „ 07 „ 10 „ — замечено исчезновение ядер в части эритроцитов.

- В 17 час. 07 мин. 11 сек. — эти эритроциты стали принимать форму шара. Окраска сохранилась.
- „ 17 „ 07 „ 12 „ — эритроциты начали лопаться, исчезая бесследно (начался катэритроцитоз).
- „ 17 „ 08 „ 02 „ — катэритроцитоз закончился. Все эритроциты разрушились; поле зрения совершенно очистилось.

- Под микроскоп на расстоянии 0,7 мм от анода поставлен анодный конец камеры.
- В 17 час. 08 мин. 14 сек. — на анодном конце капилляра все эритроциты уже имели контурированные, уменьшенные ядра и наступило частичное округление большинства эритроцитов.
- „ 17 „ 08 „ 17 „ — замечено начало анэритроцитоза. Эритроциты бледнеют, теряя свою желтоватую окраску, и превращаются в бесцветные образования; некоторые из эритроцитов разрываются.
- „ 17 „ 09 „ 42 „ — анэритроцитоз закончился. На дне камеры лежат несколько теней эритроцитов и деформированные ядра. Ток выключен.

Примечание: Все указанные изменения наступают раньше на участке поля зрения ближе к полюсу и затем распространяются на все поле зрения.

Как видно из этого протокола, со времени замыкания тока до начала катодного гемолиза проходит 2 мин. 12 сек., а до начала гемолиза на аноде — 3 мин. 17 сек.; развитие и окончание катэритроцитоза длится 3 мин. 02 сек., а развитие и окончание анэритроцитоза — 4 мин. 42 сек., т. е. на 100 секунд больше первого.

Суммируя все приведенные данные по изменениям эритроцитов в интерполярном участке вблизи анода, следует отметить следующие изменения: контурирование и уменьшение ядер, частичное округление и уменьшение эритроцитов, сопровождающееся иногда новым увеличением их перед разрушением, и своеобразный гемолиз, протекающий в громадном большинстве случаев в виде постепенно развивающегося побледнения кровяных телец, что производит впечатление медленной диффузии из них гемоглобина. Повидимому у анода происходит процесс хромолиза, так как после окончания анэритроцитоза на участке, где нами производились наблюдения, обыкновенно остаются ядра, окруженные бесцветным, едва заметным, ободком стромы. Иногда остаются деформированные ядра. Этот процесс появляется, обыкновенно, позднее и продолжается дольше „катэритроцитоза“.

3. Распространение полярных влияний и резистентность эритроцитов

Процессы в области каждого из полюсов разнятся между собой как качественно, так и по степени распространения их в интерполярном пространстве. В громадном большинстве случаев нами наблюдалось, что анэритроцитоз распространяется приблизительно на $\frac{4}{5}$ длины капилляра, изменения свойственные катодному концу занимают только около $\frac{1}{5}$ части капилляра. Граница полярных влияний ясно обозначена с момента наступления электролитических процессов. Она появляется с наступлением разрушения эритроцитов и в первое время заметна в виде нежной, перемещающейся желтоватого цвета волны. Так как она образована вышедшим из кровяных телец гемоглобином, или продуктами его распада, то была названа нами „гемоглобиновой волной“ при движении и „гемоглобиновым слоем“ в относительно покойном состоянии.

По мере разрушения эритроцитов, количество выходящего в разбавитель гемоглобина увеличивается, а вместе с этим масса волны

возрастает, а слабожелтоватая окраска, постепенно сгущаясь, переходит в красно-коричневую.

При малом увеличении слой заметен в интерполярном пространстве ближе к катоду (1—1,5 мм) и дальше от анода. При передвижении камеры под микроскопом видно, что по одну сторону от гемоглобинового слоя (к катоду) на меньшем участке камеры идет катэритроцитоллиз. Иногда удается наблюдать, как в волнообразно-струящиеся края слоя втягиваются отдельные еще уцелевшие от разрушения эритроциты и распадаются в нем.

По другую сторону слоя—к аноду, на большем пространстве камеры идет анодное „затухание“ (т. е. медленное побледнение эритроцитов). Передвигая камеру к аноду, можно проследить красные кровяные тельца в различных степенях распада: от цельных до остатков ядер.

Следует отметить, что при поляризации куриной крови гемоглобиновый слой выступает резче, чем у других животных; это можно считать одним из видовых признаков птичьей крови.

Расхождение во времени наступления того или иного явления в разных опытах (в несколько секунд, а иногда и десятков секунд) не позволяет считать приводимые далее количественные данные за абсолютные показатели резистентности эритроцитов, но они несомненно имеют значение относительных констант для данных условий. С этой точки зрения они нами и рассматриваются.

Как уже было отмечено, разрушение эритроцитов кур наступает на катоде раньше, чем на аноде.

Скорость наступления изменений эритроцитов и гемолиза на одном и том же полюсе зависит от напряжения постоянного тока: с увеличением напряжения ускоряется разрушение эритроцитов, а также и все предшествующие ему явления. Если по оси ординат отложить напряжение, а по оси абсцисс— время в секундах, то развитие гемолиза пойдет по гиперболической кривой. Ниже мы приводим данные, показывающие зависимость скорости развития и окончания гемолиза на обоих полюсах от величины напряжения постоянного тока. Опыты проведены с кровью беспородной курицы, возраст 2—3 года. Исследование производилось в последней трети ноября и декабре 1933 г. и в первую декаду января 1934 г. Температура, при которой производились исследования, колебалась от 7 до 11°С. Курица была здорова и жила совместно с другими в подвале лаборатории.

Разница в продолжительности гемолиза на различных полюсах более отчетливо выступает при высоких напряжениях тока. При токах меньшего напряжения эта разница сглаживается.

Скорость наступления изменений эритроцитов и гемолиза зависит от расстояния наблюдаемого участка капилляра от полюса.

Чем ближе наблюдаемый участок к полюсу, тем быстрее наступает в нем гемолиз. Расстояние от полюса нами устанавливалось с помощью окуляр-микрометра.

Количество взятой для поляризации крови также влияет на скорость гемолиза. Чем меньше объем разбавленной крови, взятой для поляризации, тем быстрее наступают описанные явления. Быстрота наступления гемолиза зависит от температуры внешней среды.

Наши данные показывают, что с увеличением температуры ускоряется ход изменений. Так, например, „катэритроцитоллиз“ у кур, при температуре 7—11°С и при напряжении 5 в, продолжается в среднем 135 секунд (табл. 1), при температуре в 24°—84 секунды. Это объясняется тем, что при более высокой температуре быстрее

наступает испарение находящейся в камере капли, чем уменьшает ее объем, и тем, что это высыхание ведет к увеличению концентрации солей в разбавителе. Кроме того более высокая температура способствует лучшей диссоциации солей и большей подвижности ионов, что в свою очередь ускоряет развитие всего процесса. В известной мере возраст птиц также влияет на резистентность по отношению к воздействиям электрического тока. Так, при температуре 24° С и напряжении в 5 v катэритроцитоллиз куриных эритроцитов продолжается в среднем 84 секунды, эритроциты же двухдневных цыплят гемолизируются в среднем за 55 секунд.

ТАБЛИЦА 1

Зависимость скорости развития гемолиза от величины напряжения тока

К а т о д					А н о д				
Напряжение (в v)	Кол-во опытов	Средн. время начала катэ- ритроцито- лиза в сек. (от начала опыта)	Продолжит. катэритроци- толиза в сек.	Конец катэ- ритроцито- лиза в сек. (от начала опыта)	Напряжение (в v)	Количество	Средн. время начала анэри- троцитоллиза в сек. (от на- чала опыта)	Продолжит. анэритроцито- лиза (в сек.)	Конец анэри- троцитоллиза в сек. (от на- чала опыта)
6	9	64	26	90	6	6	143	54	197
5,5	5	77	28	105	5,5	4	147	58	205
5	17	97	38	135	5	22	163	67	230
4,5	6	123	56	179	4,5	4	182	88	270
4	4	222	84	306	4	1	— ¹	— ¹	368
3,5	3	280	135	415	3,5	2	—	—	468

Сезонные изменения крови также влияют на изменение эритроцитов кур под действием постоянного тока. В период приближения к весне (февраль — март) наблюдалось несколько атипичное течение изменений эритроцитов, а именно: анэритроцитоллиз распространялся на весь капилляр, причем в этом случае на всем протяжении капилляра было видно только анодное „затухание“ (побледнение) эритроцитов, катэритроцитоллиз же не появлялся. Повидимому это тесно связано с состоянием желез внутренней секреции, особенно половых, сезонная деятельность которых у птиц общеизвестна. Кроме того, повидимому, имеет значение и сезонное колебание ионного состава крови птиц (Riddle и др., 20), (Семенов и Тахаутдинов, 21). По прошествии этого весеннего периода нормальный ход процессов на полюсах восстанавливается. Имея по данному вопросу небольшое количество наблюдений, мы воздерживаемся от его более подробного толкования.

Влияние пола на резистентность эритроцитов нам обнаружить не удалось.

Анализ результатов

Закончив изложение фактического материала, мы остановимся кратко на разборе необъясненных выше фактов.

Как явствует из изложенного, постоянный электрический ток, пропускаемый через разбавленную 0,9% раствором NaCl кровь кур, вызывает в осевших эритроцитах ряд изменений, которым предшествует

¹ При этих напряжениях невозможно точно заметить время начала побледнения эритроцитов, так как процесс выхода гемоглобина идет очень медленно и не позволяет точно уловить его начало.

ряд побочных явлений. К последним в первую очередь относятся возникающие при поляризации перемещения красных кровяных телец к тому или другому полюсу. Эти перемещения относятся нами к области катафореза, не являющегося предметом наших исследований. С точки зрения данных по катафорезу их можно объяснить следующим образом: как известно (Михаэлис и Рона, 22), вода в соприкосновении со стеклянной стенкой приобретает, обыкновенно, положительный заряд; при поляризации это обеспечивает передвижение тонких слоев воды вдоль верхней и нижней стеклянных стенок капилляра, по направлению к катоду, в средней же части капилляра движение будет к аноду. Между этими противоположными течениями создаются промежуточные слои, где движение будет отсутствовать. По Smoluchowski (23), если принять за d всю глубину камеры, то водные токи отсутствуют в слоях, находящихся на расстоянии

$d \left(\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{12}} \right)$ от верхней стенки камеры. Так как наши опыты обыкновенно начинались после осаждения эритроцитов (на что уходило 10 минут), то при поляризации, естественно, эти лежащие на дне кровяные тельца находились в нижнем, передвигающемся к катоду, слое жидкости, что механически производило и перемещение неприклеившихся ко дну камеры телец в том же направлении. Второй вид движения — к аноду, происходит на катодном конце в более высоко лежащих слоях капилляра под влиянием как собственного заряда эритроцитов, так и движения средних слоев жидкости; у анода, повидимому, главное влияние оказывает собственный заряд эритроцитов.

При поляризации постоянным током происходит изменение pH разбавителя крови. Netter (24) показал, что эритроциты коровы, находясь в среде неэлектролитов, имеют потенциал в 40—60 mv, добавление солей снижает этот заряд и при большой концентрации солей он может упасть до нуля. Höber и Netter установили, что при изменении pH среды заряд эритроцитов уменьшается и может даже наступить их перезаряджение. Эти явления несомненно имели место и в нашем случае.

Уменьшение заряда эритроцитов вызывало их склеивание в группы (агглютинацию) и приводило к остановке движения эритроцитов.

Последнему, повидимому, отчасти способствуют также и механические причины — трение и прилипание к дну камеры.

Причиной полярных изменений эритроцитов являются те продукты, которые образуются у каждого полюса при поляризации постоянным электрическим током. Еще Rollett было высказано мнение, что на катоде образуются щелочные продукты, а на аноде — кислые. Это изменение создает различие условий внешней среды (по отношению к эритроцитам) на обоих полюсах, что приводит и к тем, качественно-своеобразным, полярным изменениям красных кровяных телец, которые подробно были описаны выше. Разница механизма и степени разрушения эритроцитов на полюсах объясняется, таким образом, неодинаковым действием на тельца кислоты и щелочи. Общеизвестно, что эритроциты состоят из стромы, между которой располагается гемоглобин, и снаружи окружены липоидным пограничным слоем. Белок стромы Woolridge (25) рассматривал как соединение белка с лецитином, причем содержание последнего довольно значительно.

Белки стромы нерастворимы в разведенных кислотах, но легко растворяются в разведенных щелочах (Старлинг, 26). Это же

относится и к белкам ядер, которые в опытах Rollett со щелочами сохранялись только при очень слабой концентрации щелочи, обыкновенно же разрушались.

Таким образом образующиеся при поляризации на катодном конце капилляра щелочные продукты способствуют растворению липоидного пограничного слоя, стромы в целом и ядер. Поэтому мы имеем картину полного исчезновения красных кровяных телец из поля зрения. Этому процессу, повидимому, способствует также анионная проницаемость пограничного слоя эритроцитов. Образующиеся на аноде кислые продукты, в той концентрации, в которой они там получаются, не в состоянии растворить строму и ядра, поэтому происходит лишь выход гемоглобина, в то время как строма и ядра сохраняются в виде „кровяных теней“.

На скорость разрушения эритроцитов кур у обоих полюсов, как явствует из изложенного, очень большое влияние оказывает напряжение поляризующего тока, причем зависимость начала гемолиза от напряжения постоянного тока может быть изображена в виде гиперболической кривой. На эритроцитах (человека) эта кривая была впервые показана В. П. Петропавловским.

Выводы

1. Поляризация постоянным током разбавленной 0,9 раствором NaCl крови кур вызывает в осевших на дно камеры эритроцитах ряд изменений до гемолиза включительно.

2. Эти изменения неодинаковы на каждом из полюсов.

3. Они появляются раньше в участке ближайшем к полюсу, откуда затем распространяются к середине капилляра.

4. Причиной изменений являются образующиеся под действием постоянного тока продукты электролиза. Повидимому действующими на катоде являются ОН-ионы, на аноде — Н-ионы.

5. Для катодного (интерполярного) участка капилляра особенно характерны следующие изменения эритроцитов: разрушение ядра, быстрое превращение красных кровяных телец из овальных в шаровидные (окраска сохраняется), и, наконец, полное разрушение эритроцитов, чаще носящее характер взрыва. Этот процесс назван нами „катэритроцитололизом“. Так как после него остатков эритроцитов не сохраняется, то мы считаем, что здесь происходит строматолиз.

6. Процесс разрушения эритроцитов в интерполярном пространстве вблизи анода назван нами „анэритроцитололизом“. Для него характерны следующие стадии: контурирование и уменьшение ядер, частичное округление и уменьшение эритроцитов и гемолиз, протекающий в форме медленного „побледнения“ красных кровяных телец. После гемолиза сохраняются ядра, часто деформированные, окруженные едва заметным ободком стромы. Такое разрушение эритроцитов носит характер хромолиза.

7. Влияние анода обыкновенно распространяется по капилляру дальше, чем катода (приблизительно в 5 раз).

8. Границей распространения полярных влияний является „гемоглобиновый слой“.

9. Скорость наступления электролитического гемолиза на обоих полюсах зависит от напряжения постоянного тока.

10. Соотношение напряжения тока с временем его гемолизирующего действия имеет вид гиперболической кривой.

Поступило в редакцию
5 апреля 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Manassein. Über d. Dimensionen d. rothen Blutkörperchen unter verschied. Eingüssen. 1872. — 2. Max Schulze, цит. по Rollet (10). — 3. H. I. Hamburger. Osmotischer Druck und Ionenlehre in dem med. Wiss. Wiesbaden, 1902. — 4. H. Коерре. Pflüg. Arch. 65, 492, 1897. — 5. H. Коерре. Pflüg. Arch. 67, 189, 1897. — 6. H. Коерре. Pflüg. Arch. 103, 140, 1904. — 7. S. Hedin. Pflüg. Arch. 60, 360, 1895. — 8. S. Hedin. Pflüg. Arch. 68, 229, 1897. — 9. S. Hedin. Pflüg. Arch. 70, 525, 1898. — 10. A. Rollett. Pflüg. Arch. 82, 199, 1900. — 11. Höber. Pflüg. Arch. 101, 607, 1904. — 12. Höber. Pflüg. Arch. 102, 196, 1904. — 13. Петропавловский В. П. Физиологич. журн. СССР, XVIII, № 6, 973, 1935. — 14. Петропавловский В. В. Физиологич. журн. XVIII, № 6, 984, 1935. — 15. Ломанов. Физиологич. журн. СССР, XVIII, № 6, 1935. — 16. MuraKami T. 1932, цит. по рефер. в Ber. über d. ges. Phys. u. exp. Pharm. 70, 1933. — 17. Петропавловский В. П. Физиолог. журн. СССР, XXI, № 1, 1936. — 18. Семенов. Соц. животн. и ветеринар. № 3—4, 1932. — 19. Рухлядев и Зайцев, цит. по Элленбергеру и Шейнерту. Руков. по физиологии животных, стр. 594, 1933. — 20. Piddle и др., рефер. в Ber. über d. ges. Phys. u. exp. Pharm. 38, 1927. — 21. Семенов и Тахавудинов. Ученые записки Казанск. ветеринарн. ин-та. 43, 1933. — 22. Михаэлис и Рона. Практикум физической химии, 1933. — 23. Smoluchowski. Handbuch der Elektrizität. 2, 1920. — Netter, Hans. Pflüg. Arch. 208, 16, 1925. — 25. Woolridge, цит. по Старлингу (26). — 26. Старлинг. Основы физиологии человека, т. II, 1933.

ELECTROLYSE DER BLUTKÖRPERCHEN

V. Die Wirkung von Gleichstrom auf Hühnererythrozythen

Von L. A. Semenov

Aus dem physiologischen Laboratorium des Veterinärinstitutes in Orenburg, Leiter:
Prof. W. P. Petropawlowski.

In einer speziellen Glaskammer mit Platinelektroden wurden unter dem Mikroskop die Änderungen von Hühnererythrozythen unter der Einwirkung eines Gleichstromes von drei bis sechs Volt Spannung untersucht.

In ganzen wurde 200 Beobachtungen vorgenommen. Sie zeigten, dass Gleichstrom nach einer gewissen Zeit, welche von der Grösse der Spannung abhängt, eine Hämolyse der Erythrozythen bewirkt, und zwar an der Kathode eher als an der Anode.

Der qualitative Charakter der Hämolyse und der ihr vorausgehenden Änderungen ist ebenfalls an den beiden Polen verschieden.

Für den kathodischen (interpolaren) Teil der Kammerkapillare sind folgende Änderungen der Erythrozythen charakteristisch: eine Zerstörung der Kerne im Innern der Erythrozythen, eine schnelle Umwandlung der roten Blutkörperchen in kugelförmige Gebilde, wobei ihre Farbe erhalten bleibt, und schliesslich ihre Zerstörung, welche häufig explosionsartig vor sich geht. Diesen Prozess haben wir „Katherythrozytholyse“ genant: insofern Reste von Erythrozythen nicht erhalten bleiben, hat man es mit einer Stromolyse zu tun.

Den Prozess der Zerstörung der Erythrozythen in dem interpolaren Raum in der Nähe der Anode haben wir „Anerythrozytholyse“ genant. Für ihn sind folgende Stadien typisch: eine Abgrenzung und Verkleinerung des Kernes, eine teilweise Abrundung und Verkleinerung der Erythrozythen sowie Hämolyse, welche sich als allmähliche „Ausbleichung“ der Erythrozythen dermerkbar macht. Nach der Hämolyse bleibt der Kern erhalten, wenn auch oft deformiert und von einer Raum bemerkbaren Stromaring umgeben. Diese Zerstörung der Erythrozythen hat den Charakter einer Chromolyse.

Der Grund für die qualitativ verschiedenartigen Veränderungen der Erythrozythen und der Hämolyse unter der Einwirkung des Gleichstromes liegt in den Produkten einer Elektrolyse, offenbar sind die wirksamsten aktoren — an der Kathode OH-Jonen und an der Anode H-Jonen.

СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНА И ВИТАМИНА А В КРОВИ И МОЛОЧНОМ ЖИРЕ КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Г. Н. Павлов, П. Ф. Солдатенков и Г. И. Цобкалло

Из физиологической лаборатории (зав. — Г. Н. Павлов) Детскосельского сельскохозяйственного института.

В изучении желтых пигментов-каротиноидов, содержащихся в теле животного, большую роль сыграли исследования Palmer и Eskles на коровах. Они установили, что желтая окраска молочного жира и жировой ткани зависит от содержания в них каротина и ксантофила (главным образом каротина). Эти хорошо известные желтые пигменты постоянно присутствуют в зеленых растениях. Palmer и Eskles показали, что каротин не синтезируется животным организмом, а поступает в молочный жир и жир тканей исключительно из пищи. Заслуживает большого интереса в исследованиях Palmer и Eskles доказательство того, что липохром кровяной сыворотки коровы представляет тоже каротин. Содержание его в крови зависит также от наличия его в пище. Этим авторы окончательно установили связь между каротином пищи, с одной стороны, и каротином молочного жира и тканевого жира коровы, с другой. Однако еще до недавнего времени существовал взгляд, что каротиноиды не играют никакой физиологической роли в животном организме; они появляются в животных тканях только вследствие растворимости в жирах и присутствия в пище. Замечательные исследования последних лет по изучению химического строения каротина и витамина А и их физиологического превращения в животном организме (B. v. Euler, H. v. Euler и P. Karrer) опять привлекли внимание исследователей к изучению содержания каротиноидов в теле животного. Каротин, в опытах на авитаминозных животных, оказался высокоактивным веществом — про-витамином, переходящим в организм в витамин А. Поэтому теперь, уже спустя порядочный промежуток времени после первых исследований Palmer и Eskles, опять стали появляться работы по изучению содержания каротиноидов в кровяной плазме, молочном жире, различных органах и тканях животного.

Содержание витамина А и каротиноидов в организме коровы изучалось целым рядом исследователей. Так Rösio, пользуясь цветной реакцией с треххлористой сурьмой, определяя содержание витамина А в кровяной сыворотке и молоке. Им было исследовано влияние возраста, корма, беременности и других условий. Fine изучал витаминные свойства кровяной сыворотки коровы с помощью биологической пробы на крысах, находящихся на А-бесвитаминной диете. При этом оказалось, что скармливание таким крысам коровой кровяной сыворотки вызывает усиление их роста. Gillam и др., пользуясь спектрофотометрическим и спектрографическим способами, определяли содержание витамина А и каротиноидов в молочном жире коров (Gillam и др., 1933; r Watson и др., 1933, 1934) и в кровяной сыворотке коров и быков (Gillam и Ridi, 1935). Эти исследования показали, что летом содержание витамина А и каротина выше как в молочном жире, так и в крови рогатого скота, а также, что кровяная сыворотка коровы содержит в несколько раз больше каротина и витамина А, чем таковая быка.

Ввиду того, что данные предыдущих исследований о содержании каротиноидов в крови и молочном жире коров носили, главным образом, эпизодический характер, мы провели 15-месячный опыт систематического наблюдения на одних и тех же коровах. Опыт начался в марте 1934 г. и окончился в июне 1935 г.

Опытные животные

В качестве опытных животных были взяты 8 коров финской породы, в возрасте от 5 до 13 лет и одна — 14 лет, причем, в одну группу из 4 голов входили

животные „молодые“ — по 5 лет, а в другую, состоящую также из 4 голов, „старые“ — по 13 лет. Такая разбивка имела целью учесть указания Rösli о влиянии возраста на содержание каротиноидов в крови. У этих животных исследовались кровь и масло на содержание витамина А и каротина.

Методика производства реакции с треххлористой сурьмой на витамин А

Для определения витамина А в кровяной плазме и в молочном жире мы пользовались цветной реакцией Сагг и Прайса с SbCl_3 , как общепринятой и для сравнительных целей наиболее удобной, несмотря на свои недостатки.

Кровь для получения кровяной плазмы бралась у коров из *v. jugularis* в утренние часы. Предохраненная от свертывания прибавлением щавелевокислого калия, кровь центрифугировалась, плазма отсасывалась и далее обрабатывалась по способу Н. в. Euler и E. Virgi следующим образом: 50 см^3 плазмы несколько раз хорошо смешивались в делительной воронке с равным количеством эфира; полученная эфирная вытяжка упаривалась на водяной бане до 10—15 см^3 и затем обезвоживалась сернистым натром (безводным) в течение 1½ часов; далее весь эфир испарялся и остаток растворялся в 1 см^3 безводного хлороформа. С полученным хлороформным раствором вытяжки производилась реакция Сагг-Прайса. Для этого к 0,2 см^3 раствора прибавлялся 1 см^3 30% раствора треххлористой сурьмы в безводном хлороформе. Реакция производилась в пробирке диаметром 15 мм. Интенсивность получавшейся синей реакции количественно измерялась в течение 10 сек. С помощью сравнения со стандартным цветным раствором в колориметре Autenrith. В качестве стандартного раствора для клина колориметра мы пользовались 10% раствором медного купороса с прибавлением 1 капли краски Picrin-anilinblau Grübler'a на 20 см^3 раствора медного купороса. Раствор, однажды приготовленный, был стоек и служил в течение всего периода наблюдений. Этот стандарт ближе подходил по окраске для наших исследований, чем предложенный Н. И. Орловым для жиров. Для окончательных расчетов мы условно приняли за единицу десять делений шкалы Autenrith. Таким образом в наших таблицах фигурируют цифры 0,9, 1,0, 1,5 и др.

Для производства реакции Сагг и Прайса с молочным жиром, взятое у коров молоко центрифугировалось и из полученных сливок сбивалось масло. Навеска из 4 г масла нагревалась на кипящей водяной бане в течение 3 минут, к расплавленному маслу прибавлялось 10 см^3 безводного хлороформа и смесь оставлялась стоять 1 сутки. Затем раствор масла в хлороформе профильтровывался и доливался хлороформом до объема 20 см^3 . С полученным 20% раствором масла в хлороформе производилась реакция с треххлористой сурьмой в таком же порядке, как с хлороформным раствором вытяжки из кровяной плазмы.

Методика спектроколориметрического определения каротина

Определение каротина в кровяной плазме и в масле производилось спектроколориметрически. Для этого мы воспользовались спектроколориметром системы Любименко-Данилова, который был ими сконструирован для количественного определения пигментов в растениях. Принцип работы этого прибора состоит в сравнении в одном поле зрения спектроскопа спектра поглощения стандартного раствора пигмента с спектром поглощения исследуемого раствора. Изменяя высоту столба исследуемого раствора, через который проходит луч света, находят такую высоту его, когда густота спектра поглощения стандартного и исследуемого раствора становятся равными. Тогда из отношения толщин слоев вычисляют содержание каротина в исследуемом растворе. При спектроколориметрическом определении каротина главным образом принималась во внимание первая полоса спектра поглощения каротина, расположенная у стандартного раствора в интервале длин волн 476—455 мμ. В качестве стандарта служил раствор каротина в петролейном эфире, точность которого проверялась колориметрически по способу Willstätter и Stoll путем сравнения с раствором бихромата калия.

Для определения каротина в крови готовилась плазма (оксалатная) путем центрифугирования. При этом принимались предосторожности, чтобы не было гемолиза и кровяная плазма была бы чистой и прозрачной. Это существенное условие при спектроколориметрическом определении каротина. Полученная плазма разводилась в отношении 1:4 до 1:12 в зависимости от содержания каротина и такой раствор вливался в спектроколориметр для определения. Для разбавления плазмы применялся 1% раствор едкого натра.

При определении каротина в молочном жире мы пользовались 20% раствором масла в хлороформе. Этот раствор вливался в спектроколориметр для определения.

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ

1. Содержание каротина и интенсивность реакции с треххлористой сурьмой в разные времена года

Как показали данные наших продолжительных наблюдений над восемью коровами, содержание каротина и витамина А в кровяной плазме представляет большие колебания у одного и того же животного. Для иллюстрации приводим кривые содержания каротина и степени интенсивности реакции с SbCl_3 на протяжении 14 месяцев (рис. 1.).



Рис. 1. Содержание каротина и реакция с треххлористой сурьмой в крови у коровы "Неделя". Условные обозначения: линия с белыми кружками — каротин, линия с черными кружками — интенсивность реакции с SbCl_3 .

На прилагаемых кривых резко бросается в глаза различное содержание каротина и витамина А в крови во время стойлового и пастбищного питания. Начало наших наблюдений относится к марту, когда животные находились на рационе с заведомо низким содержанием каротина. Рацион этого периода состоял главным образом из сена, соломы, силaja и концентрированных кормов в виде муки и отрубей. При таком пищевом рационе содержание каротина в крови характеризовалось сравнительно низкими цифрами, а цветная реакция с SbCl_3 давала или отрицательные результаты или не могла быть с точностью колориметрически измерена. После выгона животных на пастбище в мае наблюдается резкий подъем содержания каротина в крови. Через 20 дней после выгона на пастбище каротин снижается, оставаясь все же в течение всего пастбищного периода на довольно высоком уровне. Осенью, когда животное перестает получать в пищу свежую зеленую траву, наблюдается постепенное снижение каротина до таких же низких цифр, как в начале наблюдения. На этом низком уровне каротин продолжает оставаться до нового выгона на пастбище в июне 1935 г.

Что касается величины реакции Carr и Price в плазме, то на кривой видно, что и здесь наблюдается резкое повышение в пастбищный период. Но в отличие от кривой каротина, идущей на снижение

к осени, мы видим подъем в первые месяцы стойлового содержания с последующим снижением.

Сходные результаты, хотя и с меньшей разницей между стойловым и пастбищным периодами, были нами получены по отношению к содержанию каротина и реакции с треххлористой сурьмой в молочном жире (рис. 2).

Таким образом на приведенных кривых, отражающих результаты исследования крови и молочного жира у одного и того же животного, ясно вырисовывается взаимоотношение между питанием животного зеленой травой и содержанием каротина в крови и молочном жире, а также и интенсивностью реакции CaHg-Prise . Аналогичные изменения каротина и интенсивности реакции CaHg-Prise в крови и молочном жире наблюдались и у остальных животных. Для иллюстрации приводим средние цифры за месяц (табл. 1 и 2).

Как видно из приведенных цифр у всех животных, изменение содержания каротина и витамина А в крови и в масле идет приблизительно в том же направлении, как было приведено для коровы

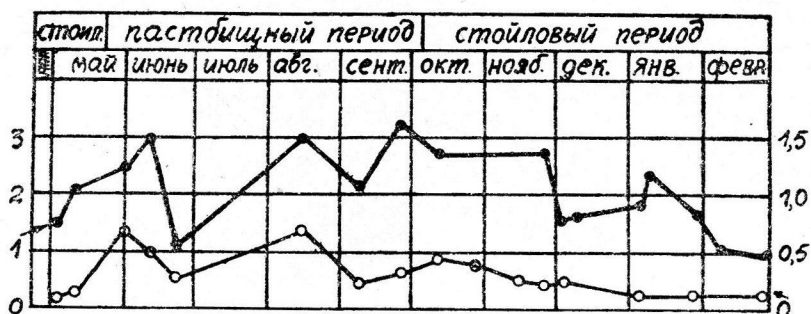


Рис. 2. Содержание каротина и реакция с треххлористой сурьмой в масле у коровы „Неделя“. Условные обозначения: нижняя кривая — каротин, верхняя кривая — интенсивность реакции с SbCl_3 .

„Неделя“ на кривых. Влияние пищи сказывается в том смысле, что период, когда животные получают свежую зеленую траву, сопровождается повышением содержания каротина и витамина А в организме. При этом необходимо отметить, что наиболее высокие цифры наблюдаются в конце мая — начале июня, когда растения содержат больше каротина, чем в последующие месяцы. В этом отношении можно сослаться на исследования Любименко, который показал, что в молодых зеленых растениях содержится больше каротина и по мере старения растения содержание каротина быстро уменьшается.

Glanzmann отмечает период цветения одуванчика как время, когда животные получают наибольшее количество витамина А, поедая зеленые растения. В нашем климате это время совпадает с концом мая — началом июня, когда мы и наблюдали резкое повышение в крови каротина и витамина А. Однако кроме этого означенного фактора, вызвавшего резкий весенний подъем каротина в крови, здесь можно было бы предположить и причины, лежащие в самом организме коровы. Так как в течение зимнего стойлового периода животные получали с пищей небольшое количество каротина, то и способность к усвоению соответствовала поступлению. В момент обильного притока каротина с пищей, после выгона животных на траву, получается наводнение крови каротином — каротинемия, которая потом уменьшается. Очевидно организм быстро приспосабливается, переводя

ТАБЛИЦА I

Средние за месяц цифры содержания в крови каротина в мг % и степени интенсивности реакций Carr-Price у 8 коров

К л и ч к и п о д о п ы т н ы х к о р о в																
Время наблюдения	"Нога"		"Неделя"		"Норка"		"Нора"		"Заря"		"Звanka"		"Зарица"		"Единица"	
	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р	Каротин в мг 0/0	Рeакция С-Р
1934 г.																
Март	0,19	0,9			0,19	1,3			0,18	1,0	0,19	0,9	0,19	1,0	0,19	1,0
Апрель	0,26	0,9	0,28		0,21	1,0	0,24	0,9	0,18	1,0	0,25	0,9	0,22	0,9	0,22	0,9
Май	1,16	2,6	1,04	1,5	1,02	1,7	1,12	1,4	0,59	2,0	0,44	1,7	1,12	1,4	1,07	1,7
Июнь	2,34	1,3	2,24	1,7	2,28	1,3	2,99	1,7	1,62	1,4	2,19	1,2	2,28	1,8	2,87	1,4
Сентябрь	0,96	1,9	1,01	2,4	0,86	1,9	0,92	1,7	0,63	2,2	0,92	2,3	0,80	1,9	0,80	1,3
Октябрь	1,16	2,1	0,88	2,6	1,10	1,5	1,32	2,3	0,83	2,2	0,95	3,8	0,99	1,9	0,92	2,1
Ноябрь	0,63	2,7	0,60	2,4	0,59	2,3	0,56	2,7	0,39	3,5	0,57	2,9	0,50	2,4	0,48	1,6
Декабрь	0,53	2,9	0,53	2,3	0,47	1,9	0,57	3,1	0,30	2,6	0,49	4,5	0,39	2,9	0,45	4,2
1935 г.																
Январь	0,31	1,6	0,30	2,0	0,20	1,5	0,35	1,4	0,15	1,9	0,27	1,1	0,19	1,3	0,29	1,9
Февраль	0,23	1,1	0,18	0,7	0,16	0,9	0,23	0,4	0,15	1,2	0,17	1,0			0,20	0,4
Апрель	0,33	0,4	0,21	0,9	0,16	0,4	0,18	0,6	0,17	0,4	0,18				0,15	0,4
Май	0,25	1,2	0,23	1,0	0,16	1,0	0,20	1,0	0,10	1,2	0,18	0,8			0,18	1,0
Июнь	1,14	1,5	1,03	4,0	0,73	0,4	1,21	1,4	1,05	1,5	0,95	2,0			1,04	1,4

каротин в витамин А. Конечно приведенные объяснения являются предположительными, и вопросы, связанные с усвоением каротина организмом коровы, должны быть предметом дальнейших исследований.

Разбирая далее полученные нами данные, необходимо отметить, что в сентябре животные еще находились на пастбище, однако содержание каротина в крови было значительно ниже, чем в июне, тогда как реакция Сагг—Рrise давала довольно высокие цифры. В дальнейшем, в октябре, обращает внимание и усиление реакции Сагг—Рrise и повышение содержания каротина в крови. При просмотре рациона животных оказалось, что в октябре животные получали молодой клевер (отава), выросший после скашивания, причем они сначала паслись на клеверной отаве, а с началом стойлового периода получали ее в скошенном виде как подкорм по 6 кг на голову в сутки. Кроме кормового фактора, повышению каротина в крови в это время могло способствовать выпадение значительной мышечной работы в связи с прекращением пастбы и началом стойлового периода. Указание на возможное влияние последнего фактора имеется в исследованиях Joshue, Keith и Mitchell, которые показали в опытах на крысах усиленное потребление организмом витамина А во время мышечной работы. Следовательно в нашем опыте коровы в течение октября получали в виде молодой клеверной травы повышенное количество каротина в корме с одной стороны и, с другой стороны, потребность в каротине была уменьшена в связи с прекращением мышечной работы. Эти факторы и могли вызвать временное повышение содержания в крови каротина и усиление реакции Сагг—Рrise. В последующие месяцы стойлового периода, вследствие отсутствия свежей зеленой растительной пищи, содержание каротина в крови и в масле, а также интенсивность реакции Сагг—Рrise оказались уменьшенными.

Каротин и молочность

Кроме вышеописанной связи между содержанием каротина в крови коров и составом корма нам удалось здесь отметить соотношения и с другими факторами. Мы наблюдали, что отдельные животные характеризуются более высоким, другие более низким содержанием каротина в крови при прочих равных условиях. Так как все подопытные коровы были одной породы (фионское стадо), то здесь можно было думать об индивидуальной особенности отдельных животных в смысле способности усваивать каротин из корма. Исходя из имеющихся в литературе указаний о соотношении между липорастворимыми витаминами и молочной железой в опытах на крысах (Тита), мы решили сопоставить полученные данные о содержании каротина в крови коров с удоем молока у них. При этом в большинстве случаев удалось отметить связь между содержанием каротина в крови и секрецией молока. Коровы, отличавшиеся более высоким содержанием каротина в крови, давали больше молока. Для иллюстрации сказанного приводим кривые каротина в крови и удоя молока у двух коров почти одинакового возраста (13 и 14 лет), находившихся в одинаковых условиях питания (рис. 3 и 4).

Хотя лактация представляет сложный процесс, который зависит от времени отела, питания и других факторов, однако из приведенных кривых можно видеть, что корова „Единица“ с большим содержанием каротина в крови давала больше молока, чем корова „Заря“.

отличавшаяся за время наблюдения более низкими цифрами каротина в крови. Все прочие внешние условия, которые могли бы влиять на течение лактации у обоих животных, были весьма сходны.

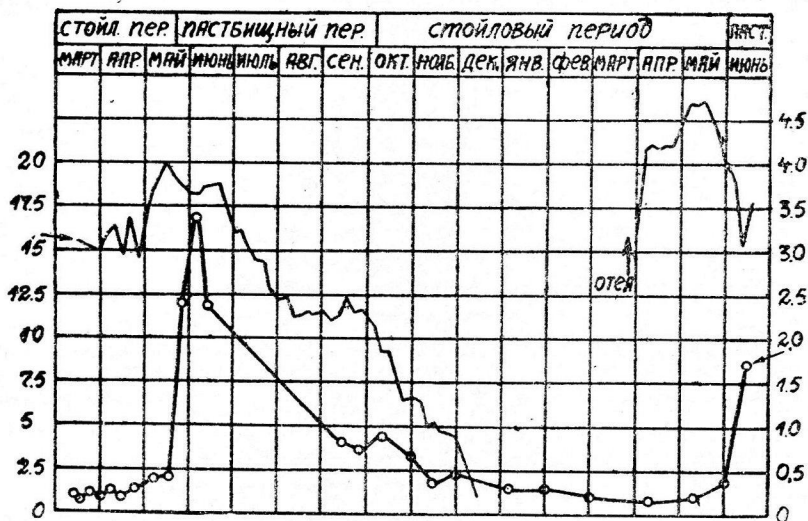


Рис. 3. Содержание каротина в крови в $\text{мг}\%$ (нижняя линия) и средний суточный удой молока в литрах по пятидневкам (верхн. линия) у 14-летней коровы „Единица“.

У остальных коров, бывших под нашим наблюдением, тоже в большинстве случаев можно было отметить такие же взаимоотношения между каротином крови и удоем молока. На табл. 3 мы сопоставили содержание каротина в крови в виде средних цифр за время наблюдения со средним суточным удоем молока у подопытных коров (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Взаимоотношения между возрастом, содержанием каротина в крови (средние цифры за время наблюдения) и удоем молока у подопытных коров

Клички подопытных коров	Возраст	Содержание каротина в крови в $\text{мг}\%$	Удой молока в литрах, средне-суточный за весь период
„Нора“	5 лет	0,82	11,2
„Нота“	5 „	0,73	10,3
„Неделя“	5 „	0,71	9,5
„Норка“	5 „	0,62	8,1
„Заря“	13 „	0,48	7,0
„Званка“	13 „	0,59	6,2
„Единица“	14 „	0,68	14,2

Из приведенных данных видно, что среди группы молодых коров одинакового возраста (5 лет), те, у которых средние цифры каротина крови были больше, имели и больший средний суточный удой молока. Хотя здесь и нет совершенно точной зависимости, однако можно предполагать, что накопление в крови животного большего или мень-

шего количества каротина является одним из факторов, могущих оказывать влияние на молочность.

Вопрос о способности усваивать каротин и витамин А из пищи, как индивидуальном свойстве животного, был затронут и некоторыми из предшествовавших исследователей. Так Rösio, исследуя содержание витамина А в молоке и указывая на главное значение при этом состава корма, отметил, что большее или меньшее богатство молока витамином А может быть является индивидуальным наследственным качеством животного. Далее Мооге указал на большую окрашенность молочного жира у коров джерсейской породы, чем у коров шортгорнской породы. Как известно, коровы джерсейской породы являются молочными коровами, а шортгорны — мясными.

На основании длительных наблюдений на группе коров одной породы мы можем предполагать, что более высокое или более низкое содержание каротина в крови представляет индивидуальное качество животного. Так как полученные данные дают основание предполагать, что каротин крови имеет отношение к молочности, то



Рис. 4. Содержание каротина в крови в мг% (линия с бел. кружками) и средний суточный удой молока в литрах по пятидневкам (сплошн. лин.) у 13-летней коровы „Заря“.

является вопрос, нельзя ли использовать этот признак с практической целью для отбора более молочных коров в раннем возрасте. Для этого, конечно, необходимы дальнейшие наблюдения по данному вопросу.

Выводы

Подытоживая наши данные длительного наблюдения над содержанием каротина и витамина А в крови и молочном жире 8 коров, можно сделать следующие выводы:

1. Главнейшим фактором, определяющим содержание каротина и витамина А в крови и молочном жире коров, является содержание его в пище животных.

2. Наибольшее содержание этих веществ в крови и в масле наблюдалось весной в первый период выгона на пастбище, что может быть поставлено в связь с наибольшим содержанием каротина в молодых зеленых растениях в это время года.

3. Повышение каротина и витамина А в крови и молочном жире коров, наблюдавшееся нами в октябре при подкормке молодым клевером, также может быть объяснено главным образом пищевым фактором.

4. Молодые коровы лучше усваивают каротин из пищи, чем старые коровы.

5. Более высокое содержание каротина в крови отдельных коров, повидимому, связано с индивидуальной способностью лучше усваи-

вать каротин из пищи. Это обстоятельство находится в связи с молочностью. Коровы, отличающиеся более высоким содержанием каротина в крови, имеют больший удой молока при прочих равных условиях.

Поступило в редакцию
7 апреля 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Вальтер О. А. и Пиневиц Л. М. Практический курс физиологии растений Стр. 64. Л. Сельхозхозгиз 1931. — Любименко В. Н. — Юбилейный сборник, посвященный И. П. Бородину. Л. 1927. — Любименко В. Н. и Бриллиант В. А. Окраска растений. Л. ГИЗ. 1924. — Орлов Н. И. Цветные реакции на витамин А. Снабтехиздат, 1932. — v. Euler B., v. Euler H. a. Karrer P. *Helv. Chim. Acta* 12, 278, 1929. — v. Euler H. a. Virgin E. *Biochem. Zs.* 249, 393, 1932. — Fine. *Biochem. J.* 27, 1498, 1933. — Gillam, Morton, Bichop a. Drummond. *Biochem. J.* 27, 878, 1933. — Gillam A. E. and Ridi M. S. *Biochem. J.* 29, № 11, 1935. — Glanzmann E. *Ztschr. f. Vitaminforschung* 3, H. 1., 1934. — Karrer P. a. Wehrli H. *Nova Acta Leopoldina* 1, H. 2—3, S. 175, 1933. — Keith M. H. a. Mitchell H. H. *Amer. Journ. Physiol.* 65, 128, 1923. — Moore T. *Biochem. J.* 26, 1932. — Palmer, L. S. a. Eckles C. H. *J. biol. chem.* 17, 191, 211, 223, 1914. — Rösio B. *Z. physiol. chem.* 182, 289, 1929. — Tüma V. *Rozpravy Ceske Acad. Věd. a. Umění Třída* 11, 37 (3), 1928. — Watson, Bishop, Drummond, Gillam and Heilbron *Biochem. J.* 28, 1876, 1934. — Watson, Drummond, Heilbron and Morton. *Emp. J. of Agric.* 1, 68, 1933. — Willstätter R. und Stoll A. (1913). *Untersuchungen über Chlorophyll, Methoden und Ergebnisse*, Berlin. — Yoshiue, S. *Biochem. Zt.* 134. 375, 1922. — Zechmeister, L. *Carotinoide*, Berlin, 1934.

CAROTENE AND VITAMIN A CONTENT IN THE COWS BLOOD AND BUTTERFAT, BY DIFFERENT CONDITIONS

G. N. Pavloff, P. F. Soldatenkoff and G. J. Zobkallo

(From the Physiological Laboratory of the Dietskoë Selo Agricultural Institute (chief of the Laboratory — G. N. Pavloff).

The experiments were led on 8 cows of the Fion breed, aged 5—13 years. The experiments lasted 15 months. The determination of vitamin A in the blood-plasm and in butterfat were made by means of Carr and Price reaction with SbCl_3 . The reaction intensiveness was determined in an Autenrith's colorimeter. The carotene-content in blood-plasm and in butterfat was determined spectrocoulometrically, by means of Lioubimenko—Daniloff apparatus.

Summarizing the data of our work, we can make the following deductions:

1. The principal factor, determining the carotene and vitamin A content in cows' blood and butterfat, is their content in the animals' feeds.
2. The largest content of these substances in cows' blood and butter is remarked in spring, during the first part of the pasture-period, what can be connected with the largest content of carotene in the young green plants, seen in this part of the year.
3. The increase of carotene and vitamin A content in the cows' blood and butterfat, noticed by us in October, the animals having been feeded with young clover, can also be explained by the food-factor.
4. Young cows assimilate the carotene from feeds better, than the old ones.
5. The larger content of vitamin in the blood of individual cows, is apparently related with their individual predisposition for better assimilation of carotene from feeds. This circumstance is also closely related with their lactescence. The cows, having a higher carotene-content in their blood, have also higher milk-yields in other equal conditions.

О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ РЯДА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЖЕЛЧНЫЕ ПУТИ

Г. А. Петровский

Из кафедры фармакологии Днепропетровского медицинского и фармацевтического институтов

Изучение внешней секреции печени до самого конца XIX столетия касалось исключительно количественной, в меньшей мере — качественной стороны желчеотделения.

Многочисленные исследования (Schiff, Bennet, Röhrig, Rutheford, Jordan, Левашев и ряд других) касались главным образом влияния тех или иных пищевых или фармакологических факторов на количество и состав желчи.

Механизм поступления желчи в пищеварительный канал был неизвестен и лишь трудами лаборатории акад. И. П. Павлова (Брюно, Клодницкий) впервые был изучен этот процесс, чему способствовал новый метод, предложенный акад. Павловым, образование фистулы общего желчного протока. Эти работы установили зависимость выхождения желчи от различных пищевых агентов, главным образом жиров и продуктов переваривания белков, поступавших в двенадцатиперстную кишку. Но и эта новая методика не дала полного ответа о роли различных частей желчевыводящего тракта (желчный пузырь, замыкательные мышцы общего желчного протока), тем более, что многие зарекомендовавшие себя в клинике средства, действующие на выход желчи, как например сернокислая магнезия или питуитрин, оказались недействительными (Фольборт, Gantt, Puestow).

Активность желчного пузыря в акте выхода желчи долгое время подвергалась сомнению (Bassler, Demel, Halpert, Blond), но в настоящее время можно считать ее вполне доказанной (Whitaker, Boyden, Westphal, Rost, Berg, М. И. Неменов).

Исследования Westphal, произведенные на желчных пузырях кроликов, морских свинок и кошек, показали сложную деятельность мускулатуры дистальной части общего желчного протока: Westphal в последнем отделе различает две части: 1) *portio duodenalis* и 2) собственно „pylorus“; их иннервация различна: *port. duodenal.* подобно гладкой мускулатуре двенадцатиперстной кишки возбуждается импульсами, идущими от *p. vagi*, и тормозится импульсами, идущими со стороны симпатической нервной системы; обратную иннервацию имеет „пилорическая“ часть. По Burget в механизме выхода желчи важное значение имеет мускулатура двенадцатиперстной кишки, поскольку общий желчный проток, входящий косо, может подвергаться некоторому сжатию.

Вопрос о роли дистальной части общего желчного протока изучен главным образом работами американских авторов (Ellman, Mc Master, Rous).

Их работы позволяют считать, что в акте выхождения желчи имеют значение три главных фактора: 1) расслабление дистальной части общего желчного протока, 2) активная деятельность желчного пузыря и 3) общее количество секретируемой желчи.

Нарушения моторной функции желчных путей могут вести к довольно сложным патологическим проявлениям, так называемым дискинезиям. Работы Schmieden, Hülse, Newmann, Westphal и др. позволяют признавать наличие двух основных форм дискинезий: спастической и атонической, что выдвигает вопрос и о различной их терапии.

Исходя из этих данных мы поставили себе целью изучить влияние лекарственных веществ на желчные пути.

Методика

1. Острые опыты. Голодавшая в течение суток собака усыплялась хлоралгидратом.

После вскрытия брюшной полости перерезался ductus choledochus. В дистальный конец его вставлялась канюля, соединенная с делительной воронкой, стоящей вертикально. Верхняя часть этой воронки соединялась двумя трубками: а) с бутылкой, наполненной теплым раствором Рингера, и в) с барабаником Маррея.

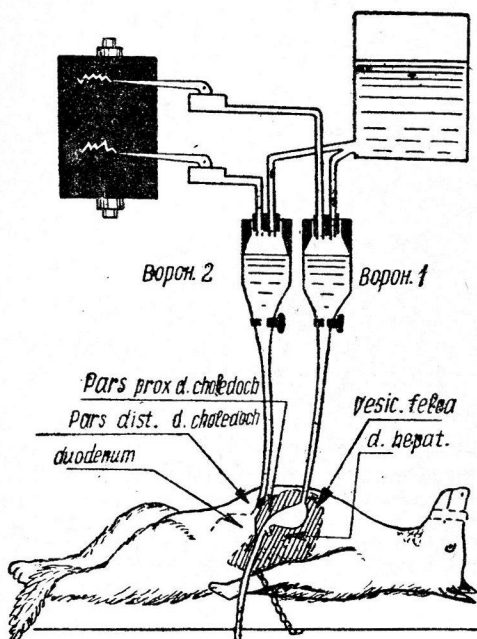


Рис. 1. Схема установки для регистрации сокращений общего желчного протока и желчного пузыря.

стулой дистальной части общего желчного протока по методу Ellmann и Mc Master.

Сравнивая полученные при помощи этих различных методов результаты, возможно было судить о точке приложения фармакологических средств.

1. Влияние соляной кислоты на дистальную часть общего желчного протока

Изучение деятельности дистальной части общего желчного протока мы начали с влияния различных растворов соляной кислоты как физиологического агента. Литературные данные довольно противоречивы: по Клодницкому и Фольборту, соляная кислота на выход желчи не влияет; с другой стороны, ряд авторов (Якобсон, Ruestow) признает некоторое расслабление дистальной части общего желчного протока под влиянием HCl, что может способствовать выходу желчи.

Для проверки этих фактов, а также для установления механизма действия соляной кислоты нами было произведено 12 наблюдений (табл. 1), из них 9 на собаках (в двух случаях с хроническими fistулами d. choledochus и в 7 — в острых опытах) и 3 на кроликах (изолированные сфинктеры) (рис. 2).

При открытии сфинктера Oddi жидкость свободно входила в duodenum, при стоянии накапливалась в воронке, поднимала там давление, что и регистрировалось на кимографе.

Вторая такая установка регистрировала тонус желчного пузыря: канюля вводилась в полость желчного пузыря, жидкость вытекала через другую канюлю, введенную в проксимальную часть d. choledochus.

2. Изолированный сфинктер Oddi. Аналогичная регистрация производилась и на изолированном сфинктере Oddi, помещаемом в пробку в сосуде, наполненном Рингеровским раствором.

3. В ряде опытов мы пользовались собаками, с хронической фи-

ТАБЛИЦА 1
Влияние соляной кислоты на дистальную часть общего желчного протока

№№ п/п.	№№ опыта	Животное	Метод	Доза	Действие	Примечание
1	19	Собака	Острый опыт	10 см ³ 1% раствора	Неб. расслабл.	Через 8 мин. — сокращение
2	20	"	"	10 см ³ 1/10 N раст.	Расслабление	
3	21	"	"	20 см ³ 1% раствора	Слаб. расслабл.	
4	22	"	"	30 см ³ 1/10 N раст.	Расслабление	
5	32	Кролик	"	10 см ³ 1% раствора	Расслабление	
6	34	Собака	"	То же	Расслабление	
7	37	"	Хрон. фист.	Два раза по 150 см ³ 1% раствора	Расслабление	Тонус желчного пузыря без изменений
8	45	"	"	100 см ³ 1/10 N раств.	Расслабление	
9	56	Кролик	Изол. сфинкт.	1 см ³ 1% раствора	Эффекта нет	
10	57	Собака	"	1 см ³ 1/2% раствора	Эффекта нет	
11	76	"	Острый опыт	20 см ³ 1% раствора	Расслабление	
12	13	Кролик	Изол. сфинкт.	2 см ³ 1% раствора	Повышение тонуса	

Для примера приводим протокол одного из опытов, произведенного на собаке „Трезор“ с хронической фистулой общего желчного протока.

ОПЫТ № 45, 17/X 1933 Г.

„Трезор“. Оперирован 9/X 1933 г. Фистулы желудка и желчного пузыря. В дистальный отдел общего желчного протока вшит резиновый катетер, выведенный наружу

Время	Высота (в мм)	Примечание
9 ч. 26 м.	47	Введено в желудок 100 см ³ п/10 HCl
9 „ 30 „	47	
9 „ 38 „	46	
9 „ 40 „	42,5	
9 „ 42 „	43	
9 „ 44 „	40	
9 „ 46 „	30	
9 „ 48 „	26	
9 „ 50 „	14,5	
9 „ 52 „	8	
9 „ 54 „	3	
9 „ 56 „	2	
9 „ 58 „	2	

Как видно из табл. 1, в большей части случаев мы наблюдаем расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока. Обращает на себя внимание то, что во всех трех случаях исследования на изолированном сфинктере расслабления не было. Наши данные подтверждают данные Якобсона, Ellmann и Mc Master,

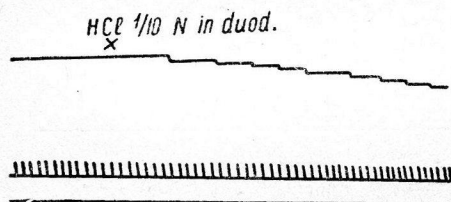


Рис. 2. Влияние п/10 HCl на дистальную часть общего желчного протока.

также наблюдавших расслабление дистальной части общего желчного протока под влиянием слабых растворов соляной кислоты. В то же время эти исследования позволяют считать, что в механизме действия соляной кислоты на дистальную часть общего желчного протока имеют значение не местные ее влияния на нервно-мышечный аппарат сфинктера (отсутствие эффекта на изолированном объекте), но общее ее влияние, нервно-гуморального характера, проявляющееся при целостности двенадцатиперстной кишки. Эти данные выдвигают вопрос и о клинических испытаниях влияния соляной кислоты, геср. различной кислотности содержимого желудка на деятельность желчных путей.

II. Влияние щелочей (NaHCO₃) на дистальную часть общего желчного протока

Влияние двууглекислого натра на дистальную часть общего желчного протока изучалось Rous, Mc Master, Якобсоном, причем эти авторы получали повышение тонуса дистальной части общего желчного протока. Механизм действия ими не установлен, в литературе мы не нашли указаний, объясняющих этот факт. Широкое применение щелочей при заболеваниях печени и других органов пищеварительного тракта требует и более глубокого изучения действия щелочей в этом направлении.

ТАБЛИЦА 2
Влияние NaNHCO_3 на дистальную часть общего желчного протока

№ опытов	Животное	Метод	Доза	Действие	Примечание
21	Собака	Остр. опыт	$30 \text{ см}^3 1\%$ раствора	Повышение тонуса	
32	Кролик	" "	$10 \text{ см}^3 3\%$ раствора	Повышение тонуса	
34	Собака	" "	То же	Повышение тонуса	
45	"	Хрон. фист.	$100 \text{ см}^3 2\%$ раствора	Несб. повышение	Через 15 мин.
76	"	Остр. опыт	$20 \text{ см}^3 3\%$ раствора	Повышение тонуса	Несб. ослабление тонуса желчного пузыря
38	"	Хрон. фист.	$150 \text{ см}^3 2\%$ раствора	Повышение тонуса	
68	"	Изол. сфинкт.	0,1 г в порошке	Эффекта нет	
69	Кролик	" "	То же	Эффекта нет	
73	Собака	Остр. опыт	$25 \text{ см}^3 5\%$ раствора	Повышение тонуса	Несб. ослабление тонуса желчного пузыря

Нами было произведено 9 наблюдений: 7 на собаках и 2 — на кроликах: два опыта были проведены на собаках с хроническими фистулами общего желчного протока (те же собаки, что и в предыдущем опыте), два опыта на изолированном сфинктере и пять острых опытов (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в 7 случаях мы наблюдали более или менее заметное повышение тонуса дистальной части общего желчного протока, в двух случаях эффекта не было (тоже на изолированных сфинктерах). Эти данные позволяют считать, что интрадуоденальное введение 1—5% растворов двууглекислого натрия усиливает тонус дистальной части общего желчного протока; наши данные подтверждают наблюдения Якобсона, Ellmann, Mc Master и др. и дают возможность считать, что и в механизме действия щелочей могут иметь значение те же нервно-гуморальные влияния, что и при соляной кислоте.

III. Влияние $MgSO_4$ на дистальную часть общего желчного протока

Механизм действия сернокислой магнезии на выход желчи изучен неполно, несмотря на то, что интрадуоденальное введение ее растворов

широко применяется в клинике, давая довольно постоянный выход желчи. Как уже указывалось, в экспериментах с выведенным общим желчным протоком, ряд авторов выхода желчи не наблюдали (Фольборт, Gantt). Мы произвели ряд исследований на изолированных объектах и поставили ряд контрольных острых опытов (рис. 3).

Данные этой серии опытов представляем в табл. 3.

Как видно из таблицы, понижение тонуса дистальной части общего желчного протока наблюдались в большей части наших опытов (в 7 из 11). В 3 случаях мы отмечали повышение тонуса, а в последнем — колебание. Из приведенных опытов обращает внимание опыт № 11, где введение 25% раствора сернокислой магнезии в двенадцатипер-

стную кишку вызвало довольно сильные рвотные движения (собака была под неглубоким наркозом), со значительным расслаблением сфинктера. Наши опыты с сернокислой магнезией подтверждают исследования Stepp, Düttmann, Ramond, Brugsch, Horsters, также наблюдавших расслабление желчных ходов под влиянием сернокислой магнезии. Все эти данные позволяют считать, что в механизме влияния сернокислой магнезии на выход желчи может иметь место и непосредственное ее спазмолитическое действие.

IV. Влияние гистамина Imido Roche на дистальную часть общего желчного протока и желчный пузырь

Нами было проведено 5 острых опытов. Гистамин вводился внутривенно (растворы 1:10 000) (табл. 4).

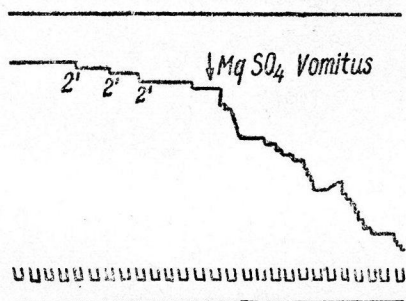


Рис. 3. Кривая опыта № 11. Резкое расслабление дистальной части общего желчного протока, сопровождаемое актом рвоты, после введения 20 см³ 25% $Mg SO_4$ (острый опыт, собака под слабым хлоралгидратным наркозом).

ТАБЛИЦА 3
Влияние $MgSO_4$

№№ опытов	Животное	Метод	Доза	Концентр. в молах	Действие	Примечание
13	Кролик	Изол. сф.	2 см ³	2,06	Небольшое расслабление	
4	Собака	"	5 см ³	То же	"	
5	Кролик	"	"	0,5—0,1 кристалл	Расслабление	
6	"	"	2,5 см ³	2,06	Небольшое расслабление	
7	"	"	0,5 см ³	2,06	Расслабление	Вначале небольшое сокращение
8	"	"	"	0,1 кристалл	Повышение тонуса	
9	"	"	"	0,1	"	
10	"	"	"	0,1	Небольшое расслабление	
11	Собака	Остр. опыт	20 см ³	2,06	Расслабление	Особенно при рвоте
12	Кролик	"	5 см ³	2,06	Повышение тонуса	
50	Собака	"	50 см ³	2,06	Колебания	Некоторое расслабление, сменяющееся повышением тонуса

ТАБЛИЦА 4
Влияние гистамина

№№ опытов	Животное	Доза (в г)	Действие на	
			дистальную часть общего желчного протока	желчный пузырь
18	Кролик	0,0003	Расслабление	Сокращение
49	Собака	0,00025		Резкое сокращение
53	"	0,0002	Небольшое колебание	"
54	"	То же	Расслабление	Небольшое расслабл.
55	"	0,00025	"	Резкое сокращение

Как видно из таблицы, расслабление дистальной части общего желчного протока мы наблюдали в 4 случаях. В таком же количестве случаев мы наблюдали и сокращение мускулатуры желчного пузыря, достигающее иногда до спазма. Наши данные относительно желчного пузыря подтверждают исследования Luesch, Ivy, Orndon.

V. Влияние пептона на дистальную часть общего желчного протока и желчный пузырь

Для изучения действия пептона на дистальную часть общего желчного протока было проведено 6 опытов (изучение действия пептона на желчнопузырную систему производилось в 4 случаях).

ТАБЛИЦА 5
Влияние пептона

№№ опытов	Метод	Доза и способ введения	Действие на	
			дистальную часть общего желчного протока	желчный пузырь
48	Хроническая фистула	0,5 в желудок	Небольшое расслаб- ление	—
47	То же	То же	Расслабление	—
62	Острый опыт	0,05 внутривенно	Небольшое усиление тонуса	Резкое усиление тонуса
78	То же	10 см ³ 5% интрадуоде- нально	Небольшое расслаб- ление	Повышение тонуса
80	" "	0,5 в 10 см ³ воды под кожу	Колебания	Повышение тонуса
81	" "	5 см ³ 4% раствора внутримышечно	—	Повышение после не- которого расслабле- ния

Как видно из табл. 5, некоторое расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока мы наблюдали в 3 случаях (из них в 2 небольшое), в одном случае тонус был чуть усилен и в последнем — давал колебания. Таким образом особенно заметных изменений со стороны тонуса дистальной части общего желчного протока мы не встречали. Но зато во всех 4 случаях, где регистрировалась деятельность желчного пузыря, мы наблюдали более или менее значительные повышения тонуса (рис. 4).

Таким образом пептон действует преимущественно не на дистальную часть общего желчного протока, а на желчный пузырь. Тонус последней усиливается (холекинетическое действие).

VI. Влияние пилокарпина и атропина

Было произведено 10 опытов, из них 4 — острых, 3 — на собаках с хроническими фистулами и 3 — на изолированных объектах. В трех случаях одновременно с тонусом Sph. Oddi регистрировался и тонус желчного пузыря.

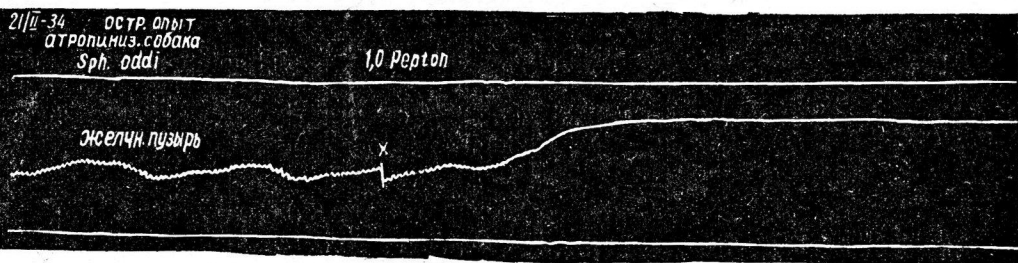


Рис. 4. Влияние пептона на дистальную часть общего желчного протока и желчный пузырь собаки. Повышение тонуса пузыря.

Пилокарпин вводился в сравнительно больших дозах (0,001—0,002 на 1 кг веса).

Результаты опытов представим в табл. 6.

ТАБЛИЦА 6

Влияние пилокарпина на дистальную часть общего желчного протока и желчный пузырь

№№ опытов	Метод	Доза	Действие на		Примечание
			дистальную часть общего желчного протока	желчный пузырь	
25	Хроническая фистула	0,02 под кожу	Повышение тонуса	—	
26	То же	0,01 то же	Повышение тонуса	—	
27	„	То же	Расслабление	—	У собаки рвота, дефекация После атропина
41	Острый опыт	0,01 внутривенно	Небольшое сжатие после расслабления	—	
43	То же	То же	Сильное повышение тонуса	Повышение тонуса	
63	„	„	Повышение тонуса	Повышение тонуса	Временами ослабление
82	„	„	—	Повышение тонуса	

Как видно из таблицы, в 5 из 6 случаев тонус дистальной части общего желчного протока заметно повышался. Во всех 3 случаях, где регистрировалась деятельность желчного пузыря, также наблюдалось повышение тонуса. Наконец аналогичное повышение наблю-

далось и в опытах на изолированном объекте. Прямо противоположный эффект наблюдался нами в опытах с атропином.

В 4 острых опытах производилась синхроническая регистрация тонуса желчно-пузырной системы.

Данные этих опытов представляем на табл. 7.

ТАБЛИЦА 7

Влияние атропина на дистальную часть общего желчного протока и желчный пузырь

№№ опытов	Метод	Доза	Действие на		Примечание
			дистальную часть общего желчного протока	желчный пузырь	
17	Изолированный сфинктер	0,005	Резкое расслабление	—	
25	Хроническая фистула	0,01 под кожу	То же	—	
26	То же	То же	" "	—	
27	" "	То же внутривенно	" "	—	
29	Острый опыт	То же	" "	—	
41	То же	0,001	" "	—	
43	" "	0,005	" "	Расслабление	С последующими небольшими подъемами
63	" "	0,001	Расслабление	Расслабление	
64	" "	То же	Небольшое сокращение	Чередование	
82	" "	" "	—	Расслабление	

Как видно из табл. 6 и 7, почти во всех случаях мы наблюдали расслабление дистальной части общего желчного протока и желчного пузыря.

Эта серия опытов показывает, что сложный механизм взаимоотношения между желчным пузырем и сфинктером под влиянием ваготропных ядов расстраивался, давая либо одновременное повышение (пилокарпин), либо понижение (атропин) их тонуса (рис. 5).

VII. Влияние адреналина и гинергена

Для изучения влияния адреналина мы провели 9 опытов, из них 2 на собаках с хронической фистулой, 6 острых и 1 на изолированном объекте. Одновременная регистрация тонуса желчного пузыря велась в 4 случаях. Данные опытов представлены в табл. 8.

Как видно из таблицы, почти во всех опытах (в 8 из 9) мы наблюдали повышение тонуса дистальной части общего желчного протока, но это сокращение было стойким лишь в 2 случаях, в остальных же шести была заметна периодичность повышения и расслабления. Такую же периодичность мы наблюдали и в одном из опытов с желчным пузырем, в остальных трех наблюдалось более или менее стойкое расслабление.

Влияние гинергена изучалось нами в пяти опытах, одновременная регистрация тонуса общего желчного протока и желчного пузыря велась в четырех.

Как видно из табл. 8, в 3 случаях из 4 мы наблюдали расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока и во всех

ТАБЛИЦА 8

Влияние адреналина и игинергена на дистальную часть общего желчного протока и желчно-пузырную систему

№ п/п	№ опыта	Животное	Методика	Доза	Действие на		Примечание
					дистальную часть общего желчного протока	желчный пузырь	
а) Адреналин							
1	14	Кролик	Изол. сфинкт.	0,5	Небольшое сокращение	—	Временами расслабление
2	24	Собака	Хр. фист.	1,0 под кожу	Небольшое сокращение	—	
3	33	То же	То же	То же	То же	—	
4	39	"	Остр. опыт	"	Сильное сокращение	—	
5	40	"	То же	"	Чередование	—	
6	46	"	"	"	То же	Расслабление	С небольшим подъемом тонуса
7	75	"	То же внутривен.	"	Небольшое расслабление	"	
8	79	"	То же	"	—	"	
9	70	"	"	"	Без изменений	"	
10	29	"	"	"	Увеличение с периодическим расслаблением	—	
б) Гинерген							
1	72	Собака	Остр. опыт	0,005 внутривенно	Эффекта нет	Повышение	Волнистое
2	73	То же	То же	0,00008 то же	Расслабление	"	
3	74	"	"	0,00005 "	Расслабление	"	
4	75	"	"	То же	—	"	Волнистый характер
5	76	"	"	0,00008 то же	Расслабление	"	

5 случаях — повышение тонуса желчного пузыря. В 2 последних случаях это повышение носило волнистый характер.

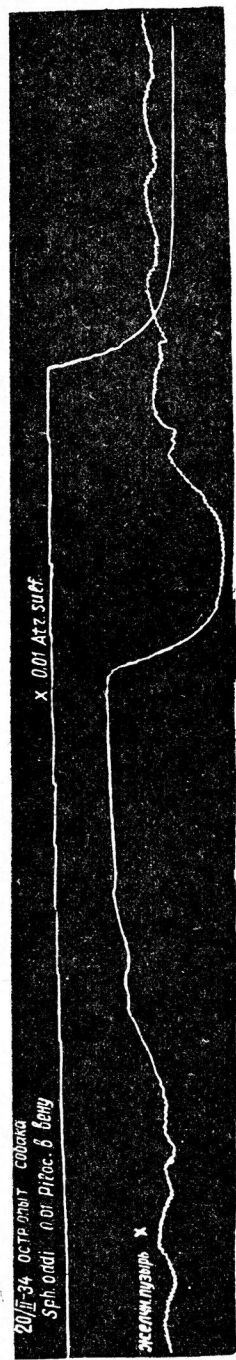


Рис. 5. Влияние пилокарпина и атропина на sph. Oddi и желчный пузырь собаки. Острый опыт. Повышение тонуса под влиянием пилокарпина, расслабление при атропине.

Полученный нами материал позволяет выяснить значение вегетативной нервной системы для функции желчных путей печени. Раздражение окончаний п. vagi (пилокарпин) вызывало повышение тонуса и желчного пузыря и sph. Oddi, что расстраивало гармоничный механизм их „игры“. Противоположно было действие атропина с тем же нарушением их содружественных движений, установленных Starling (так наз. „закон кишечника“).

Эти факты наводят на мысль, что для правильной содружественной деятельности этих частей необходим, прежде всего, нормальный тонус п. vagi и нарушение его тонуса — как ослабление, так и сильное возбуждение, — могут вести к двигательным нарушениям.

Полного паралича мускулатуры под влиянием атропина мы все же не получали; возможно, что и другие нервные элементы кроме п. vagi могут оказывать некоторое возбуждающее действие. Раздражение окончаний симпатической нервной системы (адреналин) вызывало расслабление тонуса желчного пузыря с некоторым повышением тонуса дистальной части общего желчного протока. Отсюда значительное повышение тонуса симпатической нервной системы может оказать неблагоприятное влияние на выход желчи, оказывая сопротивление в области сфинктера и расслабляя мускулатуру желчного пузыря.

VIII. Влияние питуитрина (Pituglandol Roche)

Kalk и Schöndube впервые использовали питуитрин с целью получения пузырной желчи. Несмотря на частое применение, механизм его действия изучен недостаточно, в частности мы не имеем исследований о его влиянии на дистальную часть общего желчного протока. Нами было произведено 6 исследований, причем регистрация тонуса желчнопузырной системы производилась нами в 3 случаях. Под влиянием питуитрина тонус sph. Oddi давал расслабление в

4 случаях, в 2 остальных — легкое повышение. Тонус желчного пузыря повышался во всех 3 случаях.

Эти данные позволяют считать, что в механизме действия питуитрина на экскреторный аппарат печени могут иметь значение

два способствующие выходу желчи влияния: 1) открытие сфинктера Oddi и 2) некоторое холекинетическое действие на желчный пузырь.

IX. Влияние яичного желтка

Исследования Boyden и Birch показали, что интрадуоденальное введение яичного желтка ведет к сильному опорожнению желчного пузыря.

С целью изучения механизма этого влияния нами было произведено 7 опытов, из них 5 острых и 2 на изолированном объекте — оба последних опыта эффекта не дали. Из 5 первых опытов расслабление сфинктера Oddi мы наблюдали в 4 случаях, в 3 случаях к этому присоединялось и повышение тонуса желчного пузыря.

Эффект действия наступил не сразу, но спустя 11—26 минут.

Отсутствие эффекта на изолированных объектах и сравнительно позднее действие позволяют считать, что в механизме действия желтка на экскреторный аппарат печени имеют значение, скорее всего, гуморальные влияния продуктов переваривания желтка (рис. 7).

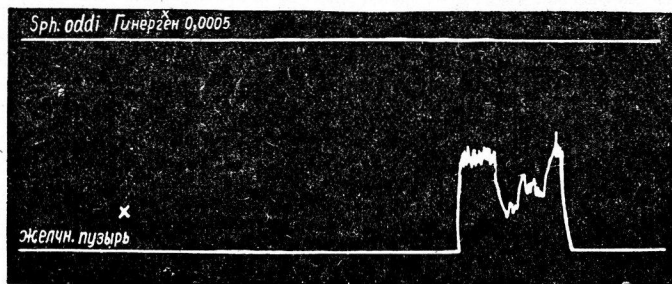


Рис. 6. Влияние гинергена. Резкое повышение тонуса желчного пузыря.

X. Влияние морфия

Морфий широко применим при болях в области печени, но действие его в этом направлении изучено мало. Ряд авторов (Lieb, Whorter, Mocht) отмечает повышение тонуса желчного пузыря.

Для проверки этих фактов мы поставили 4 острых опыта. Морфий вводился в дозе 0,005 на 1 кг веса животного. В 3 случаях мы наблюдали повышение тонуса сфинктера Oddi и лишь в одном — небольшие колебания. В 3 случаях мы наблюдали заметное повышение тонуса желчного пузыря. Эти данные позволяют считать, что морфий является средством, тормозящим выход желчи. Благоприятное его действие при приступах желчнокаменной болезни может быть объяснено не местным его влиянием на желчные пути, но общим болеутоляющим действием. Отсюда желательно одновременное введение и спазмолитических средств (папаверин, атропин).

Заключение

Изучение различными методами процесса желчевыведения дало нам возможность более детально подойти к вопросу о точке приложения изучаемых нами фармакологических веществ на отдельные части желчной системы. Пневмографический метод регистрации позволил нам более объективно установить эти изменения, устано-



Рис. 7. Влияние яичного желтка. После небольшого подъема — заметное расслабление тонуса sph. Oddi, небольшое повышение тонуса желчного пузыря.

вив также, что эти изменения имели нередко характер кратковременных колебаний.

Точкой приложения сернокислой магнезии и папаверина на основании наших экспериментов можно считать непосредственно периферический отдел желчных путей (холаспазмолитическое действие), поскольку расслабляющее действие этих веществ проявляется и на изолированных объектах.

Опыты с яичным желтком дают основание считать, что их влияние, скорее всего, обусловлено гуморальными факторами.

Наши опыты подтверждают наблюдения Westphal, Mc Master, Ellmann, Rous и др. о наличии „содружественной игры“ сфинктера Oddi и желчного пузыря (сокращение желчного пузыря сопровождается расслаблением дистальной части общего желчного протока). В опытах с симпатикотропными ядами, а также с гистамином и яичным желтком, мы также наблюдали эти содружественные движения. Поскольку в наших опытах общий желчный проток перерезался, можно считать, что пути этого регуляторного механизма более сложны, захватывая возможно и центральную нервную систему. Но, с другой стороны, в ряде опытов мы не имели такого содружественного механизма (атропин, пилокарпин, морфий, папаверин). Анализируя эти данные, можно заметить, что этот механизм „расстраивался“ под влиянием веществ, действующих на гладкую мускулатуру (папаверин, отчасти морфий), или на систему блуждающего нерва. Отсюда в происхождении некоторых видов дискинезий, нарушение тонуса блуждающего нерва быть может играет не последнюю роль; ряд авторов такую связь наблюдали на клиническом материале (Newmann, Westphal).

Наконец, разбирая условия для оптимального выхода желчи, можно считать, что таковые могут быть получены при действии питуитрина, гинергена и желтка; в этих случаях мы наблюдали не только раскрытие дистальной части общего желчного протока, но и повышение тонуса желчнопузырной системы. Эти данные и являются основными для предлагаемой нами новой классификации желчегонных средств.

Уже сейчас, на основании наших экспериментов, мы можем подразделить группу веществ, действующих на выход желчи, так называемых „cholagoga“, на две подгруппы:

а) вещества, расслабляющие тонус дистальной части общего желчного протока (cholespasmolytica), и

б) вещества, повышающие тонус желчного пузыря; мы их предлагаем назвать cholekinetica.

На основании наших наблюдений, из изученных нами веществ к первой группе можно отнести следующие: соляная кислота, яичный желток, атропин, папаверин, карлсбадская соль, дюрандова смесь, сернокислая магнезия, таурохолекисый натр (последние два в любой степени).

К группе cholekinetica можно отнести: пептон, гинерген, питуитрин, гистамин.

Обращает на себя внимание препятствующее выходу желчи действие щелочей, адреналина, морфия, пилокарпина (последний в больших дозах).

Желательны дальнейшие эксперименты и с комбинированными влияниями веществ, имеющих разные точки приложения (например пептон и сернокислая магнезия).

Наши данные позволяют также считать, что в механизме выхода желчи имеют значение два основных фактора: 1) расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока и 2) активная деятельность желчного пузыря.

Вопрос о роли гладкой мускулатуры двенадцатиперстной кишки требует дальнейшей проработки. Сейчас же можно лишь предполагать, что присасывающее действие двенадцатиперстной кишки также имеет значение в акте выхода желчи вместе с другими факторами (акт выхода, общее количество желчи).

Выводы

1. Предложенный нами метод изоляции дистальной части общего желчного протока (так наз. „изолированный сфинктер Oddi“), тонус которого может быть графически зарегистрирован, позволяет изучать его деятельность независимо от гуморальных и центральных нервных влияний.

2. Капельный метод (Ellmann и McMaster), предложенный для регистрации дистальной части общего желчного протока, может быть усовершенствован применительно к графической регистрации, что дает более наглядную и точную картину.

3. Слабые растворы соляной кислоты (до 1%), вводимые интрадуоденально, расслабляют тонус дистальной части общего желчного протока. Этот эффект отсутствует на изолированных объектах.

4. Растворы двууглекислого натра (1—5%) повышают тонус дистальной части общего желчного протока. Этот эффект также отсутствует на изолированных объектах.

5. Действие соляной кислоты и двууглекислого натра на дистальную часть общего желчного протока можно объяснить не местным их влиянием, но общим действием нервно-гуморального характера.

6. Крепкие растворы сернокислой магнезии вызывают расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока, что может иметь значение в механизме ее действия на выход желчи. Подобным же действием обладает и папаверин.

7. Большие дозы пилокарпина вызывают повышение тонуса дистальной части общего желчного протока и желчнопузырной системы, а при атропине наблюдается противоположное действие.

8. Двигательная способность гладкой мускулатуры желчных путей при атропине не парализуется, но лишь ослабляется, а периодическое повышение тонуса при этом сохраняется.

9. Адреналин вызывает периодические ослабления тонуса желчного пузыря с такими же периодическими повышениями тонуса дистальной части общего желчного протока. При гинергене наблюдается обратное действие.

10. Под влиянием пептона происходит более или менее заметное сокращение мускулатуры желчного пузыря. Менее выражено влияние пептона на дистальную часть общего желчного протока.

11. Под влиянием препаратов гипофиза (Pituglandol Roche) наблюдается более или менее заметное усиление тонуса мускулатуры желчного пузыря, а в ряде опытов наблюдалось и расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока.

12. Под влиянием гистамина и яичного желтка наблюдается понижение тонуса дистальной части общего желчного протока с повышением тонуса желчного пузыря.

13. Под влиянием морфия наблюдается повышение тонуса как желчного пузыря, так и дистальной части общего желчного протока.

14. Под влиянием ряда веществ можно наблюдать „содружественную игру“ дистальной части общего желчного пузыря (желток, гистамин, адреналин, гинергин). Эта „игра“ нарушается при действии ваготропных веществ, морфия и папаверина.

15. Акт рвоты вызывает сильное расслабление тонуса дистальной части общего желчного протока; в дальнейшем тонус последнего несколько повышается.

16. Вещества, влияющие на выход желчи, можно подразделить на 2 группы.

а) *cholespasmolytica* — преимущественно расслабляющие тонус дистальной части общего желчного протока и

б) *cholekinetica* — повышающие тонус гладкой мускулатуры желчного пузыря.

Применение вещества первой группы может быть показано при спастическом состоянии желчных путей (спастические формы дискинезий), применение вещества второй группы — при атоническом их состоянии (атонические формы дискинезий).

Поступило в редакцию
23 июня 1935 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Брюно. Дисс. 1898. — Клодницкий. Дисс. 1902. — Павлов И. П. Лекции о работе главн. пищ. желез. 1917. — Петровский. Тр. Днепропетровского мед. ин-та. 1935. — Фольборт. Русск. физиол. журн. 1, № 1—2, 1917. — Volborth a. Gantt. Am. J. of Med. Sc. № 3, 1930; Journ. of Labor. and Klin. Med. № 6, 9, 1926. — Bennet. Brit. Med. Journ. 1889. — Boyden and Birch. Am. Journ. Phys. 92, 1930. — Brugsch, Z. ges. Exp. Med. 38. 1923. — Ivy. Physiol. Review № 1, 1934. — Hülse. Aertl. Rundschau 19/10, 1930. — Kalk u. Schöndube, Klin. W. № 47, 1924. — McMaster, Ellmann, Rous. The Journ. of Exp. med. vv. 34, 37, 41, 42, 44. — Newmann. The Lancet. XV. 1933. — Puestow. Arch. of Surgery, 23, 1931. — Röhrig. Med. Jahrbücher № 1, 1873. — Schmieden. Zbl. f. Chirurg. 41, 1920. — Schiff. Pflüg. Arch. 3, 1870. — Westphal, Gleichmann, Monn. Zbl. Klin. Mediz. 109, 1929.

ÜBER DEN WIRKUNGSMECHANISMUS EINER REIHE VON HEILMITTELN AUF DIE GALLENWEGE

Von *G. A. Petrowski*

(Dnepropetrowsk)

Es wurde die Wirkung einer Reihe von Heilmitteln auf die Gallenwege untersucht. Methodik: akute Versuche, nach dem Verfahren des Verfassers isolierter Odd'scher Sphincter und Fistel des Gesamtgallenstromes nach Ellmen und Mc Master.,

Es ergaben sich folgende Resultate:

1. Konzentrierte Lösungen von Magnesiumsulfat rufen sowohl in situ wie auch bei Isolierung eine Tonusverminderung des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes hervor, was eine Bedeutung für den Mechanismus haben kann, durch den er auf den Gallenabfluss wirkt. Eine ähnliche Wirkung hat Papain.

2. Grosse Pilocarpindosen verursachen eine Tonuserhöhung des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes und des Gallenblasensystemes, während sich bei Atropin die gegensätzliche Wirkung feststellen lässt.

3. Die Bewegungsfähigkeit der glatten Muskulatur der Gallenwege wird bei Atropin nicht gelähmt, sondern nur abgeschwächt, während die periodische Tonuserhöhung hierbei erhalten bleibt.

4. Adrenalin bewirkt periodische Tonusabschwächungen des Gallenblasensystems mit ebensolchen periodischen Tonuserhöhungen des distalen Teiles des allgemeinen Gallenstromes. Bei Gynergen wird eine umgekehrte Wirkung beobachtet.

5. Unter dem Einfluss von Pepton tritt eine mehr oder weniger deutliche Verkürzung der Muskulatur des Gallenblasensystems ein. Auf den distalen Teil des gesamten Gallenstromes ist die Wirkung von Pepton weniger ausgeprägt.

6. Unter dem Einfluss von Hypophysenpräparaten (Pituglandol „Roche“) lässt sich eine mehr oder weniger deutliche Tonusverstärkung der Muskulatur der Gallenblasensystems feststellen, und in einer Reihe von Versuchen wurde auch eine Tonusabschwächung des distalen Teiles des gesamten Gallenblasenstromes beobachtet.

7. Unter dem Einfluss von Eigelb lässt sich eine Tonuserabsetzung des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes zusammen mit einer Tonuserhöhung der Gallenblase feststellen.

8. Schwache Salzsäurelösungen setzen den Tonus des Odd'schen Sphinctors herab, Laugen erhöhen ihn.

9. Unter dem Einfluss von Morphinum lässt sich eine Erhöhung des Tonus sowohl des Gallenblasensystems wie auch des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes feststellen.

10. Unter dem Einfluss einer Reihe von Stoffen kann man ein „Zusammenspiel“ des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes und des Gallenblasensystems beobachten (Eigelb, Histamin, Adrenalin, Gynergen). Dieses „Spiel“ wird durch die Wirkung vagotroper Stoffe wie Morphinum und Papaverin gestört.

11. Die Stoffe, welche auf den Gallenabfluss wirken, kann man in zwei Gruppen einteilen:

a) „Cholespasmolytica“, welche in erster Linie den Tonus des distalen Teiles des gesamten Gallenstromes abschwächen,

b) „Cholekinetica“, welche den Tonus der glatten Muskulatur des Gallenblasensystems erhöhen.

Eine Anwendung der Stoffe der ersten Gruppe ist bei spastischem Zustand der Gallenwege angezeigt (spastische Formen von Dyskinese), während eine Verwendung der Stoffe der zweiten Gruppe bei atonischem Zustand (atonische Formen des Dyskinese) zu erfolgen hätte.

Посвящается пятинадцатилетию Азербайджанской ССР

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА САХАРООБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕЧЕНИ ХОЛОДНОКРОВНЫХ И ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Р. Х. Кулиева и П. Х. Юзбашинская

Из кафедры фармакологии (зав. — проф. А. М. Черников) Азербайджанского госуд. медицинского института

По предложению проф. А. М. Черникова мы изучали ход отделения сахара печенью зимующих лягушек, изолированных по методу Березина. Сахар определялся по методу Haggdorn—Jensen.

Известно, что одним из показателей жизни изолированной печени теплокровного является увеличение сахара в оттекающей жидкости. Исследуя сахарообразование изолированной печени лягушки, мы обратили внимание на то, что при одной и той же методике препаровки и изоляции, в одних случаях ход кривой соответствовал таковому же у теплокровных, т. е. количество сахара увеличивалось; в других случаях — реакция шла в обратном направлении, т. е. количество сахара уменьшалось. Эти „неудачи“, очевидно, находились в связи с температурой воздуха: когда в лаборатории было тепло, получались результаты, противоположные тем, которые получались при низкой температуре.

В работе Velich (1), изучавшего адреналиновую глюкозорию на лягушках, есть указание на то, что лягушки (зимующие), содержащиеся в холоде, легче давали явления глюкозурии, сравнительно с лягушками, содержащимися при комнатной температуре. E. Geiger и L. Müller (2 и 3), изучавшие сахарообразовательную функцию изолированной печени лягушек, нашли, что уже первая порция питательной жидкости, применявшейся ими, по прохождении через печень, обогащается глюкозой, повидимому, за счет распада гликогена в печени. Повторные пропускания этой жидкости через печень сопровождаются уменьшением количества сахара. Опыты ими ставились в большинстве случаев при комнатной температуре.

Приступая к систематическим исследованиям, мы прежде всего повторили опыты с изучением хода кривой отделения сахара изолированной печенью лягушки, применяя раствор Рингера, лишенный сахара. Для изучения влияния температуры питательная жидкость пропускалась предварительно через змеевик, погружаемый то в лед то в электрическую водяную баню с желаемой температурой. Оказалось, что независимо от температуры питательной жидкости содержание сахара, достигнув определенного уровня после первого пропускания через печень, постепенно уменьшается. Таким образом результаты этих опытов совпали с данными других авторов.

Надо считать, что при указанных условиях влияние температуры на качественную сторону реакции никак не отражается.

Совершенно иные результаты мы получили тогда, когда про-

пускали через печень раствор Рингера с сахаром при различных температурах: при температуре выше 20°C количество сахара в оттекающей жидкости неустанно увеличивалось; при температуре ниже 16°C кривая сахароотделения падает. Это явление можно наблюдать не только на разных лягушках, но и на одной и той же печени при перемене температуры питательной жидкости. Для иллюстрации этого явления можно привести данные опыта № 8 изолированной печени лягушки (рис. 1).

Ход кривой сахароотделения не зависит от того, будет ли вначале применена холодная или теплая жидкость (рис. 1 и 2).

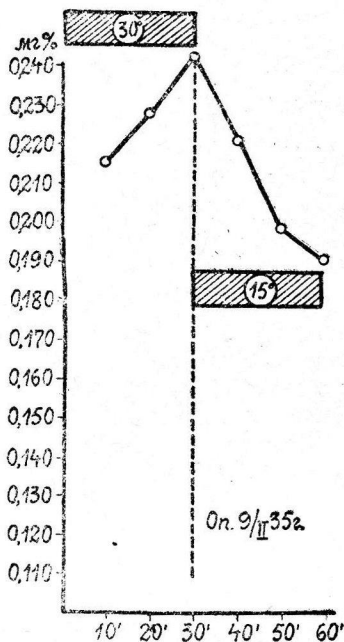


Рис. 1.

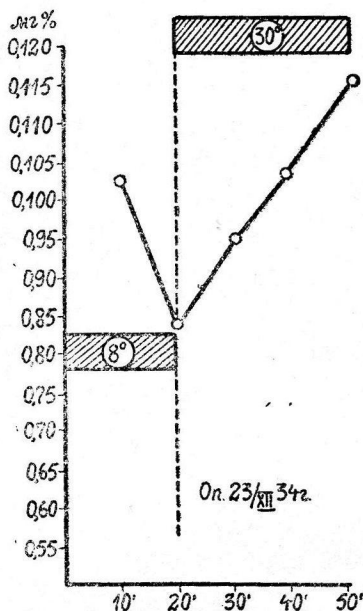


Рис. 2.

Аналогичные опыты, поставленные на печених теплокровных животных (собак, кроликов и кошек), показали, что ход отделения сахара остается постоянным. Независимо от температуры питательной жидкости количество сахара увеличивается (рис. 3). Тот же характер кривой остается и при отсутствии сахара в питательной жидкости. Количество сахара возрастает с каждым промыванием.

Таким образом на изолированной печени лягушки в условиях питания ее жидкостью Рингера с прибавлением сахара, ферментативная функция печени может идти либо в направлении расщепления гликогена (высокая температура) либо в направлении синтеза (низкая температура) в зависимости от температуры питательной жидкости. Эти данные являются хорошей иллюстрацией указаний Оррепгеймера (4) на то, что „анализ и синтез сахаров, белков и т. п. являются реакциями, доступными влиянию одних и тех же ферментов в обоих направлениях“.

Регуляция каталитических реакций промежуточного обмена играет большую роль „в приспособлении организма к изменениям, как в самом организме, так и во внешней среде“ (5). С этой точки зре-

ния наши данные приобретают большой интерес. Опыты с изолированной печенью теплокровных животных свидетельствуют о постоянстве ферментативной реакции расщепления гликогена на сахар независимо от температуры. Влияние очень низкой или чрезмерно высокой температуры связано с разрушением фермента. В этом мы еще раз можем видеть общеизвестную биологическую важность постоянства температуры для нормального течения всех функций организма теплокровных. Химическая динамика жизненных явлений холоднокровных животных резко изменяется в зависимости от внешней температуры. Это выражается, например, в явлениях зимней спячки, в большинстве случаев наблюдаемых у холоднокровных животных

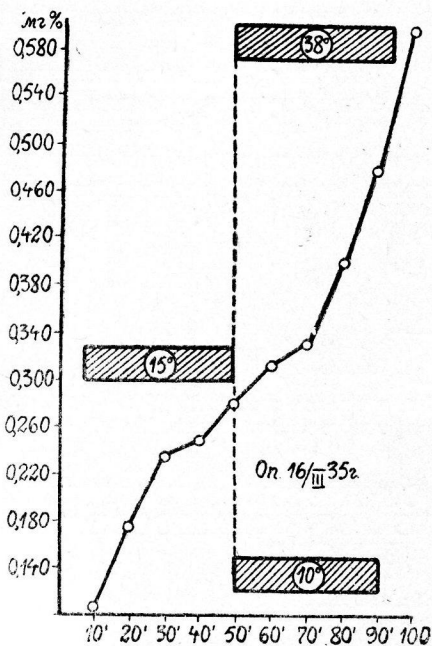


Рис. 3.

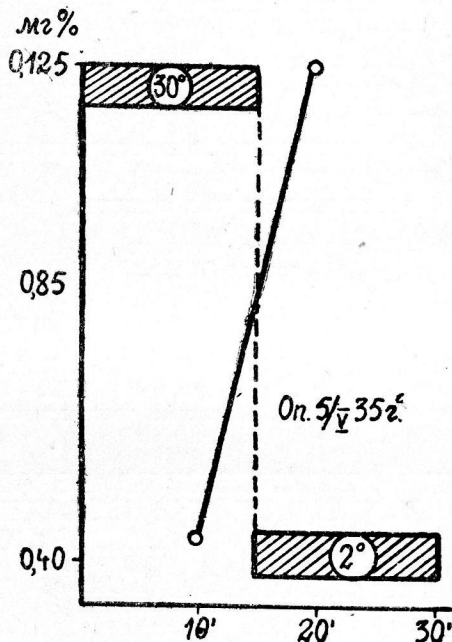


Рис. 4.

Нужно думать, что температурные влияния внешней среды, изменяя весь ход промежуточного обмена холоднокровного животного, в отношении углеводного обмена печени сказываются тем, что при понижении температуры сахар крови резко понижается, а избыток его отлагается печенью в виде гликогена. При наступлении тепла уровень сахара в крови повышается, и происходит расщепление запасов гликогена в печени.

Если наши предположения справедливы, то, подогревая и охлаждая цельную лягушку, можно значительно изменять уровень сахара ее крови. Эти опыты мы и поставили. Продержав лягушку при $+2^{\circ}\text{C}$ один час, мы нашли содержание сахара у нее в крови, равное $45 \text{ мг}\%$, затем перенесли ее в термостат с $+30^{\circ}\text{C}$; через час вновь исследовали сахар и нашли $125 \text{ мг}\%$ (рис. 4).

Наши данные делают понятными и результаты Velich в опытах на лягушках с адреналиновой глюкозурией. В то же самое время зимующие при комнатной температуре лягушки расходуют запасы гликогена своей печени и потому могут не дать явлений адреналиновой глюкозурии.

Выводы

1. Питание изолированной печени лягушки рингеровской жидкостью без сахара характеризуется выделением некоторого количества сахара в начале промывания и последующим уменьшением его содержания. Наблюдаемое уменьшение сахара в оттекающей жидкости не зависит от температуры.

2. При питании изолированной печени лягушки рингеровской жидкостью с прибавлением глюкозы обнаруживается резкая зависимость от температуры: при повышенной температуре ($30-35^{\circ}\text{C}$) наблюдается постоянное увеличение сахара в оттекающей жидкости; при пониженной температуре ($8-10^{\circ}\text{C}$) количество его значительно уменьшается.

3. Охлаждая и подогревая цельную лягушку можно наблюдать уменьшение сахара крови при низкой температуре и увеличение его при высокой температуре.

В заключение мы считаем своим долгом выразить благодарность нашему учителю проф. А. М. Черникову за предложенную тему и постоянное руководство.

Поступило в редакцию
14 января 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Velich. Virchow's Archiv. 184, 1906. — 2. E. Geiger u. L. Müller. Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmak. 108, 1925. — 3. E. Geiger, там же. 146, 1925. — 4. К. Оппенгеймер. Химические основы жизненных процессов. Биомедгиз, 1934.

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE SUGAR-FORMATION— FUNCTION OF THE ISOLATED LIVER OF COLDBLOODED AND WARMBLOODED ANIMALS

By R. Coolieva and P. Iusbashinskaya

Chair of Pharmacology, Azerbaijan State Medical Institute (director — Prof. A. M. Tchernikov)

(Dedicated to the 15th Anniversary of the Azerbaijan Republic)

1. If the isolated liver of the frog is perfused with Ringer-Locke's solution containing no sugar (glucose), a small quantity of sugar is washed out at the start of the perfusion, decreasing afterwards. The decrease of sugar in the solution does not depend on the temperature.

2. In perfusing the isolated frog liver with Ringer solution with addition of glucose, we observe a pronounced dependence on temperature: at higher t° ($30-35^{\circ}\text{C}$), a constant increase of sugar in the outflowing liquid is observed; on lowering the t° to $8-10^{\circ}\text{C}$ the quantity of sugar decreases considerably.

3. Cooling and warming of a whole frog gives rise to a decrease in the sugar of the blood with low t° and an increase with high t° .

К ВОПРОСУ О СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЖИВОТНЫХ К НАРКОТИКАМ

А. И. Брусиловская

Из токсикологической лаборатории Ленинградского института гигиены труда и профзаболеваний

Winterstein считает одним из самых замечательных фактов в общем учении о наркозе сравнительную близость наркотических доз или концентраций для представителей самых различных классов позвоночных животных и даже различных типов животного мира.

Несмотря на довольно большое количество исследований, посвященных этому вопросу, почти нет данных, в которых сопоставлялись бы концентрации наркотиков в крови. Между тем такое сопоставление скорее могло бы явиться материалом, например, для суждения об изменении чувствительности нервной системы к наркотикам в связи с эволюцией, чем хотя бы сравнение концентрации наркотиков в воздухе. При неодинаковой температуре тела холоднокровных и теплокровных животных количество физически растворенных наркотиков в крови тех и других должно быть совершенно различно, так как с повышением температуры коэффициенты растворимости газов и паров в жидкостях уменьшаются.

Благодаря применению удобного метода определения в крови различных наркотиков, подробно описанного в работе Лазарева, Брусиловской и Лаврова, мы имели возможность, насколько нам известно — впервые, определить летальные концентрации некоторых веществ в крови лягушки и белой мыши (см. работы Брусиловской и Лазарева). Полученные результаты сопоставлены в таблице.

Вещество	Летальная концентрация в крови в мг/кг	
	лягушка	белая мышь
Гексан	30—35	60—70
Циклогексан	40—45	50
Бензол	120—125	210—220
Этиловый эфир	1400	650—700
Ацетон	7000—7500	3500—4000

Как мы видим, смертельные концентрации наркотиков в крови для лягушки и белой мыши оказываются сравнительно близкими. Тем не менее они все же не совсем одинаковы: смертельные концентрации гексана, циклогексана и бензола выше для белой мыши; наоборот, концентрации эфира и ацетона выше для лягушки. Отсюда

мы, однако, не делаем заключения, что белая мышь по отношению к части наркотиков оказывается менее чувствительной, чем лягушка. Дело в том, что наркотическое действие определяется не валовым содержанием наркотика в крови, а лишь той его частью, которая находится в физически растворенном состоянии (сравни: Лазарев). С этой точки зрения интересно, что первая группа наркотиков (по отношению к которым белая мышь как-будто менее чувствительна, чем лягушка) состоит из веществ очень плохо растворимых в воде и в то же время являющихся сильными наркотиками. Эфир и ацетон, напротив, уже значительно лучше растворяются в воде. Как показал Лазарев, сильные наркотики находятся в крови, главным образом, в „связанном“ состоянии. Меньшие летальные концентрации их для лягушки могли бы объясняться тем, что кровь лягушки обладает меньшей способностью „связывать“ наркотики, чем кровь млекопитающих животных. Это весьма вероятное предположение требует специальной экспериментальной проверки. С другой стороны, слабые наркотики находятся в крови преимущественно в растворенном состоянии. Поэтому их концентрации в крови являются более правильным критерием сравнительной силы действия.

Мы имеем полное основание считать, что меньшие летальные концентрации ацетона и эфира в крови белой мыши указывают на большую чувствительность этого животного к данным веществам по сравнению с лягушкой.

Поступило в редакцию
8 мая 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

Брусиловская и Лазарев. Физиологич. журнал СССР, 19, № 5, 1935; 20, № 1, 1936. — Лазарев. Распределение в крови и сила действия наркотиков. Доклады Академии наук СССР, 1, № 5, 233, 1936. — Lazarew, Brussilowskaja u. Lawrow. Biochem. Z., 240, 12, 1931. — Winterstein. Die Narkose. 2. Aufl. Berlin, 1926

REMARQUES SUR LA SENSIBILITÉ DES ANIMAUX DIVERS AUX ANESTHÉSQUES

A. Brousilowska

(Laboratoire toxicologique de l'Institut d'Hygiène du Travail et des Maladies professionnelles, Léninegrad)

Nous avons réussi — autant qu'il nous est connu pour la première fois — à déterminer les concentrations mortelles de certains anesthésiques dans le sang de la grenouille et de la souris blanche. Nous avons obtenus les chiffres suivants (en mg par kg du sang):

a) pour la grenouille: hexane — 30—35, cyclohexane — 40—45, benzène — 120—125, éther éthylique — 1400, acétone — 7000—7500;

b) pour la souris blanche: hexane — 60—70, cyclohexane — 50, benzène — 210—220, éther éthylique — 650—700, acétone — 3500—4000.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ АЗОТА ПО АСЕЛ

И. И. Котляров

Из лаборатории физиологической химии (зав. — проф. Н. В. Веселкин) Научного института имени П. Ф. Лесгафта

Метод определения остаточного азота крови по Асел не сложен, удобен для серийных определений, требует мало времени. К сожалению, он мало точен. Модификация Культигина и Губарева¹ более удовлетворительна: средняя ошибка при контрольных определениях азота различных веществ была у авторов 4,3%. Наши определения азота мочевины показали еще меньший процент ошибок: в среднем 1,4% (см. табл.). При параллельных определениях остаточного азота крови расхождения были в среднем 1,6%. Повидимому, большая точность достигнута нами применением колориметра Dubosque.

Определения при этом производились таким образом: 0,5 см³ крови и 5,5 см³ осадителя (фосфоро-молибденовая кислота по Ванг) тщательно перемешивались и через 30 мин. фильтровались (можно брать 0,2 см³ крови и 2,2 см³ осадителя). В пробирки № 1 и № 2 вносилось по 0,5 см³ фильтрата и по одной капле серной кислоты. Содержимое пробирок выпаривалось на легком пламени спиртовки до появления белых тяжелых паров сернистого ангидрида. После охлаждения прибавлялось по одной капле пергидрола, содержимое опять нагревалось до появления паров ангидрида и окончательно сжигалось в течение 15—20 секунд. Параллельно с этим в пробирках № 3 и № 4 проводилось подобное сжигание одной капли серной кислоты и одной капли пергидрола (без фильтрата). Пробирка № 3 служила для учета азота реактивов, а пробирка № 4 — для приготовления сравнительного раствора. По охлаждении в пробирку приливалась дистиллированная вода до метки 15 см³, затем — 0,3 см³ 50% раствора NaOH и, наконец 0,5 см³ неразбавленного реактива Nessler, приготовленного по Folin. В пробирку № 4 при наполнении ее водой вносилось 0,5 см³ точно приготовленного раствора сернокислого аммония (в 1 см³ — 0,05 мг азота). Содержимое пробирок №№ 1—2—3 колориметрически сравнивалось с содержимым пробирки № 4, установленным на 20 мм шкалы колориметра. После этого производился соответствующий расчет с учетом азота реактивов (см. ниже).

При одновременном определении азота в нескольких пробах можно пользоваться одной и той же контрольной пробиркой и одним раствором для сравнения. Для следующей серии анализов контрольный и сравнительный раствор необходимо готовить вновь. Реактивы не-

¹ Biochem. Zeitschr., 164, 437, 1925.

обходимо вносить в совершенно одинаковом количестве во все пробирки, особенно — пергидрол, содержащий много азота. Значительную роль в точности анализа играет аккуратность минерализации (см. С. Д. Балаховский, Микроанализ крови. Медгиз, стр. 162, 1932).

Этот же метод применен нами для определения азота мочи. Предварительно моча разбавлялась в 25—50 раз. Затем $0,5 \text{ см}^3$ раствора ее опять разбавлялись или $5,5 \text{ см}^3$ осадителя по Bang, если моча содержала белок, или $5,5 \text{ см}^3$ дистиллированной воды. В конечном результате $0,5 \text{ см}^3$ фильтрата содержали от 0,02 до 0,05 мг азота. Дальнейшее определение проводилось так же, как при анализе остаточного азота крови. При этом осадитель не влиял на растворимые азотистые вещества мочи, так как безбелковая нормальная моча и с „осаждением“ и без „осаждения“ содержала одинаковое количество азота. Параллельные определения азота мочи отклонялись в среднем на $2,1\%$. Таким образом метод AceI оказался пригодным и для определения азота мочи как нормальной, так и содержащей белок. Это создало известные удобства в определении азота крови и мочи одним и тем же методом.

Микрометод AceI, проводимый описанным порядком, вполне пригоден для обычного лабораторного анализа азота в биологических жидкостях. Несложность оборудования, удовлетворительная точность и быстрота проведения серийных определений особенно выгодны для клинической практики.

Приводим примерный расчет остаточного азота крови:

$$1) \text{ азот реактивов} = \frac{(10 \cdot 0,025)}{(27,8 - 10)} = 0,01405 \text{ мг}$$

$$2) \text{ азот крови} = \frac{[(20,025) + (20 \cdot 0,01405) - (33,7 \cdot 0,01405)] \cdot 24 \cdot 100}{33,7} = 21,9 \text{ мг}\%$$

- 0,025 — количество мг азота в сравнительном растворе;
 10 — установка сравнительного раствора в миллиметрах при определении азота реактивов;
 27,8 — показания колориметра в миллиметрах при определении азота реактивов;
 20 — установка сравнительного раствора в миллиметрах при определении азота крови;
 33,7 — показания колориметра в миллиметрах при определении азота крови;
 24 и 100 — приведение азота крови к объему в 100 см^3 .

Контрольные определения азота мочевины

Взято для опыта мочевины (в мг)	А з о т		Ошибка (%)
	теоретически рассчитано	найдено в опыте	
0,0550	0,02565	0,02499	— 2,4
0,1000	0,04066	0,04056	— 0,2
0,1333	0,06222	0,06391	+ 2,6
0,0666	0,03111	0,03125	+ 0,5

Среднее $1,4\%$

ZUR STICKSTOFFBESTIMMUNG NACH ACEL

Von I. I. Kotljarov

(Aus dem Laboratorium für physiologische Chemie — Leiter: Prof. N. W. Wesselkin, — des Lesshaft-Institutes in Leningrad)

Die Bestimmung des Reststickstoffs im Blut nach der Methode von Acel ist nicht schwierig, bequem für Serienbestimmungen, nimmt wenig Zeit in Anspruch, aber sie ist nicht sehr genau. Kultjugin und Gubarew modifizierten die Methode (Biochem. Zeitschr. 164) und verringerten den Fehler bis auf 4,3%. Der Autor der vorliegenden Arbeit benutzte das Kolorimeter von Dubosque und verringerte den Fehler bis auf 1,4% und zwar folgendermassen: 0,5 ccm Blut und 5,5 ccm Phosphormolybdänsäure nach Bang werden gemischt und nach 30 Minuten filtriert. In den Reagenzgläsern No. 1 und 2 werden 0,5 ccm Filtrat und ein Tropfen konzentrierte Schwefelsäure bis zum Auftreten von Schwefelsäureanhydriddämpfen erhitzt und dann nach Zusatz eines Tropfen Perhydrol im Lauf von 15—20 Sekunden verascht. Parallel dazu werden in den Reagenzgläsern No. 3 und 4 ein Tropfen Schwefelsäure und ein Tropfen Perhydrol ohne Filtrat verascht. Reagenzglas No. 3 dient zur Bestimmung des Stickstoffs in den Reagenzien und Reagenzglas No. 4 zur Herstellung der Vergleichslösung. In alle Gläser wird Wasser bis zur Marke bei 15 ccm gegeben, darauf 0,3 ccm Natronlauge (50%ig) und 0,5 ccm Nesslerisches Reagens. In das Glas No. 4 wird bei der Zugabe des Wassers noch 0,5 ccm einer genauen Ammoniumsulfatlösung zugefügt. Diese Lösung enthält 0,05 mg Stickstoff pro ccm. Der Inhalt der Gläser No. 1, 2 und 3 wird gegen die Lösung aus dem Glas No. 4 kolorimetriert, und der Stickstoffgehalt in der üblichen Weise unter Berücksichtigung des Stickstoffs der Reagenzien berechnet.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА NICLOUX — OSUKA К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНОГО УГЛЕРОДА КРОВИ И УГЛЕРОДА МОЧИ, СОДЕР- ЖАЩЕЙ БЕЛОК

И. И. Котляров

Из лаборатории физиологической химии (зав. — проф. Н. В. Веселкин) Научного ин-та им. П. Ф. Лесгафта

Имеющиеся методы определения остаточного углерода крови применимы не во всех условиях и несвободны от недостатков. Микрометод Pregl (1), измененный Stepp и Sauer (2), сложен и мало подходящ для одновременного определения углерода крови и углерода мочи. Недавно Lauersen и Voit (3) расширили возможность применения этого метода, сведя его к полумикроанализу; при этом микровзвешивание заменено титрованием.

Макроспособы, в основном, исходят от метода Brunner — Mesinger. Сюда относятся модификации Tangl и Kereszty (4), Gomez (5) и Stepp (6). Они несколько проще других методов, но при этом необходимо большое количество крови, что не всегда удобно. Например при изучении надпочечниковой недостаточности у кошек мы особенно должны были считаться с тем, чтобы метод определения остаточного углерода крови требовал небольшого количества крови и в то же время был бы пригоден для определения углерода мочи. Поэтому для определения остаточного углерода крови мы применили полумикрометод Osuka, предложенный им для определения углерода мочи (7). Определение остаточного углерода проводилось таким образом: в 5—10 см³ крови осаждались белки фосфорно-вольфрамовой кислотой по Stepp (6), 10—20 см³ фильтрата вносились в колбочку аппарата Osuka и в ней выпаривались до сухого остатка. Выпаривание происходило при слабом нагревании (не выше 40° С) и при максимальном разрежении (менее 30 мм Hg); для этого колбочка закрывалась резиновой пробкой, через которую проходила стеклянная трубка, соединенная с непрерывно действовавшим водоструйным насосом. Кроме того через пробку пропусклся короткий капилляр с резиновой трубкой и зажимом, посредством которого после выпаривания уничтожалось разрежение. Для устранения бурного вскипания, особенно в начале выпаривания, содержимое колбочки непрерывно взбалтывалось.

При выпаривании фильтрата, как такового, оставалось бы несколько капель сконцентрированной серной кислоты, входящей в состав осадителей белка, что могло бы повести к частичному разрушению углеродистых веществ. Поэтому фильтрат до выпаривания нейтрализовался в той же колбочке несколькими куб. сантиметрами 2n КОН, употребляемым в опыте для поглощения СО₂. Индикатором служили несколько капель окрашенного метилротом 0,05n NaOH, служащего

в опыте для заключительного титрования. После выпаривания нейтрализованного фильтрата на стенках колбочки образовывался серовато-розовый сухой остаток, который сжигался обычным путем по Osuka.

Заведомо сухой остаток и реактивы, максимально свободные от воды, позволяли провести сжигание за 15 мин. Обычно уже через 10 мин. кипения имелись признаки полноты сжигания: появление белых тяжелых паров сернистого ангидрида, прекращение кипения и позеленение сжигательной смеси. Если фильтрат не выпарен досуха, или реактивы имеют избыток воды, то сжигание значительно замедляется. При этом пары воды конденсируются на стенках, и охлажденные капли падают в колбочку, производя бурное вскипание.

Применявшиеся нами реактивы были свободны от углеродных примесей, и контрольными опытами установлена обычная поправка: $-0,3 - 0,4 \text{ см}^3 0,05 \text{ н HCl}$.

Серная кислота (Гослаборснабжения) содержала большое количество углерода и поэтому очищалась по Nicloux (8): нагреванием с бихроматами серебра и калия и прибавлением NaCl. Чтобы получить характерное позеленение, указывающее на полноту очистки серной кислоты, поваренная соль прибавлялась в значительно большем количестве, чем это указано Nicloux.

В конструкцию аппарата Osuka, кроме увеличения объема колбочки до 50 см^3 , нами с целью облегчения изготовления аппарата введено следующее изменение: шлифованная часть аппарата Osuka, соединяющаяся с колбочкой, сделана не замкнутой со всех сторон, а в виде стаканчика, открытого сверху. Для большей прочности обе трубки, нисходящие от груши и воронки, соединены стеклянными перемычками как между собой, так и с краем стаканчика (рис. 1).



Рис. 1.

В наших опытах контрольные определения углерода мочевины дали среднюю ошибку в $1,4\%$ (см. табл.). Средний процент расхождения параллельных определений углерода крови был 2,9. Количество углерода рассчитывалось соответственно затраченной $0,05 \text{ н HCl}$, поправке и степени разбавления крови при осаждении белков. Иное применение метода Osuka к определению остаточного углерода крови описывает Ruppert (9), который несколько усложнил при этом аппарат Osuka.

Также, как в крови, мы определяли углерод и в моче, содержащей белок. Моча при этом обрабатывалась так же, как при осаждении белков крови. Затем несколько куб. сантиметров фильтрата нейтрализовались и выпаривались в колбочке Osuka; дальнейшее определение велось обычным порядком. При этом параллельные определения отклонялись в среднем на 2% . Нормальная безбелковая моча, как с осадителями белка, так и без них, давала при анализах одинаковое количество углерода. Следовательно осаждение не влияет на углеродосодержащие вещества, растворенные в моче.

* * *

В литературе (3) имеются следующие возражения против применения метода Nicloux—Osuka к определению углерода в биологических жидкостях: 1) возможность недоокисления углерода с образованием CO, неопределяемой опытом, и 2) вероятность потери

летучих углеродистых веществ при выпаривании исследуемой жидкости. Прямыми определениями Nicloux (8) и др. установили образование CO ; но количество ее настолько незначительно относительно CO_2 , что практически на точности анализа углерода не отражается. И действительно, контрольные определения углерода различных веществ способом Nicloux—Osuka по точности мало отличаются от других методов (см., например, опыты Osuka, Ruppert, наши). Летучие вещества в крови содержатся в незначительном количестве (Ruppert); то же, вероятно, и в нормальной моче. При патологических случаях не исключена возможность ошибки в определении углерода за счет летучих веществ, например ацетона. Это требует опытной проверки.

С другой стороны, упреки в неточности метода Nicloux—Osuka основываются на расхождении средних величин остаточного углерода крови по данным различных авторов. Возможно, что это расхождение и зависит отчасти от различной точности методов. Но при этом нельзя забывать, что колебания остаточного углерода могут, кроме того, зависеть как от индивидуальности животных, так и от различных условий в питании их. И действительно, количество остаточного углерода даже по данным одного какого-либо автора колеблется в довольно широких рамках. Эти колебания могли принять еще больший размах при неодинаковых условиях опытов различных авторов. Поэтому для разрешения вопроса о большей точности того или иного метода следовало бы сравнить метод Nicloux—Osuka с методом Pregl при совершенно одинаковых условиях опыта.

В настоящее время нет особых оснований считать метод Nicloux—Osuka мало пригодным для обычного сравнительного исследования углерода в биологических жидкостях. С другой стороны, этот метод имеет и свои преимущества перед другими: меньшую сложность, возможность серийных определений у одновременного анализа, как мочи, так и крови, при достаточно удовлетворительной точности.

Контрольные определения углерода мочевины

Взято для опыта мочевины (в мг)	Углерод мочевины		Ошибка (%)
	теоретически рассчитанный (в мг)	найденный в опыте (в мг)	
20,0	3,996	4,020	+ 0,6
23,0	4,596	4,410	— 4,0
20,0	3,996	3,930	— 1,7
10,0	1,998	1,995	— 0,15
20,0	3,996	4,020	+ 0,6

Среднее 1,4%

Поступило в редакцию
17 апреля 1936 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэгл, Ф. Колич. орг. микроанализ. Госхимиздат 1934.— 2. Stepp W. u. Sauer I. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 165, 223, 1929.— 3. Lauersen F. u. Voit K. Bioch. Ztschr. 280, 276, 1935.— 4. Tangl F. u. Kereszty G. Bioch. Ztschr. 32, 266, 1911.— 5. Gomez L. Bioch. Ztschr. 167, 424, 1926.— 6. Stepp W. Ergebn. d. Physiol. 19, 290, 1921.— 7. Osuka, T. Bioch. Ztschr. 244, 284, 1932.— 8. Бессонов Н. А. Успехи биол. химии. 8, 179, 1930.— 9. Ruppert V. H.—S. Ztschr. f. ph. Chem. 231, 213, 1935.

DIE ANWENDUNG DER METHODE VON NICLOUX—OSUKA ZUR BESTIMMUNG DES RESTKOHLENSTOFFES IM BLUT UND DES KOHLENSTOFFES IM HARN BEI ANWESENHEIT VON EIWEISS

Von. *I. I. Kotljarov*

(Aus dem Laboratorium für physiologische Chemie — Leiter: Prof. N. W. Wesselkin — des Lesshaft-Institutes in Leningrad)

Bei der Bestimmung des Koeffizienten C/N von Blut und Harn nach Entfernung der Nebennieren benutzte der Verfasser die Methode von Osuka (7) nicht nur zur Bestimmung des Kohlenstoffes im Harn, sondern auch des Restkohlenstoffes im Blut. Das Bluteiweiss wurde durch Phosphorwolframsäure nach Stepp (6) ausgefällt. 10—20 ccm Filtrat wurden in einem Kölbchen nach Osuka mit 2-n-Kalilauge neutralisiert; als Indikator dienten einige Tropfen 0,05-n-Natronlauge, die mit Methylrot gefärbt war. Der ganze Inhalt an Flüssigkeit in dem Kölbchen wurde bei 40° C und Wasserstrahlvakuum eingedampft. Der Trockenrückstand wurde nach der gewöhnlichen Methode von Osuka verascht. Einer ebensolchen Bearbeitung mit Fällungsmitteln wurde auch der Harn unterworfen, wenn er Eiweiss enthielt. Am der Konstruktion des Apparates von Osuka wurden einige unwesentliche Änderungen vorgenommen: das Volumen des Kölbchens wurde auf 50 ccm vergrößert, und zwecks einfacherer Herstellung wurde der geschliffene Teil des Apparates, der mit dem Kölbchen verbunden wird, oben offen gelassen. (Siehe Figur 1).

Kontrollbestimmungen des Kohlenstoffes von Harnstoff zeigten, dass der mittlere Fehler 1,4% beträgt; die Differenzen von Parallelbestimmungen waren für Blut im Mittel 2,9% und für Harn 2%.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

- 1) Размер присылаемых для напечатания в „Физиол. журнале СССР им. Сеченова“ статей не должен превышать $\frac{3}{4}$ авторского листа (30 тыс. знаков, 16 страниц на машинке), включая таблицы и иллюстрации [все иллюстрации (диаграммы, миограммы и т. д.) именуются в тексте „рисунками“].
- 2) Рукописи должны быть четко переписаны на машинке на одной стороне листа и после перепечатки **обязательно проверены автором**. Вписывание отдельных фраз от руки не допускается.
- 3) К рукописи должно быть приложено резюме (не более $\frac{1}{5}$ размера статьи) для перевода на один из иностранных языков (или готовый реферат на иностр. языке).
- 4) Фамилии иностранных авторов в рукописях должны быть даны в **оригинальной транскрипции** и вписаны совершенно разборчиво (на машинке или от руки печатными буквами).
- 5) Литературный указатель помещается обязательно в конце статей с соблюдением указанного в пункте 4; в нем после названия журнала указываются том, страница, год (напр., Физиол. журн. СССР 19, 203, 1935); при указании названий журналов следует придерживаться их международной транскрипции, всегда применяемой во всех иностранных журналах.
- 6) На рукописи **обязательно** должна быть пометка руководителя лаборатории, из которой вышла работа, о его согласии на печатание статьи.
- 7) В журнале печатаются только статьи, еще нигде не опубликованные. Печатаемые в журнале статьи не могут быть одновременно помещаемы в другие русские и иностранные журналы.
- 8) Ввиду того, что несоблюдение указанных правил тормозит редактирование и печатание статей, рукописи, не отвечающие этим требованиям, будут возвращаться обратно.
- 9) Редакция оставляет за собой право сокращать статьи в случае надобности.
- 10) Редакция просит авторов в конце статей указывать свой адрес, а также свои имена и отчества (необходимо для перевода гонорара по почте).

Рукописи направлять по следующим адресам:

- 1) Проф. И. П. Разенкову, Москва, Мал. Казенный пер., № 5, Физиологич. лаборатория ВИЭМ.
- 2) Проф. Б. И. Збарскому, Москва, Дом Правительства, кв. 28.
- 3) Д-ру С. М. Дионесову, Ленинград, 9, Пр. К. Маркса, д. № 7-а, кв. 11.
- 4) Акад. А. В. Палладину, Киев, Украинская Академия Наук.
- 5) Проф. Г. В. Фольборту, Харьков, Почтамт, п/ящ. 205.

Редакция