

после солевой нагрузки она воз-
вращении этого можно сделать вы-
делительного фактора с мочой у
увеличения внеклеточного простран-
ства только тенденция к увеличению.
продукция трийодтиронина, однако он очень быстро поки-
дает его почками.

и объема внеклеточной жидко-
сти трийодтиронина сопровождается зна-
чительным увеличением диуреза.
фактора под влиянием

о у
ON SOME INDICES
IN ANIMAL ORGANISM

and potassium with an increase in
uretic factor in blood plasma, and in
against the background of triiodothyro-
is and electrolyte excretion after the
in control animals. The content of
ed. An enhancement of the extracel-
lular space is accompanied by an intensified

и т у р ы

и окислительного.— Пробл. эндокриноло-

и исследования почек и вод-

и на водно-солевой обмен.— Изв.

и расширении внеклеточного прост-

и натрийуреза.— Физиол. журн.,

и внутрисосудистой жидкости и роль

и, 15, № 8, с. 138—145.

и Сапунов И. Е. Газы крови и вод-

и, 1973, 219 с.

и «натрийуреза» при гипертонии.— В

и почек и водно-солевого обмена., Л.

и София: Медицина и физкультура,

и процессов мочеобразования при эк-

и, 1969, 15, № 1, с. 73—76.

и and volume control.— Physiol. Rev.,

и у A. J., Callaghan A. M. Aldoste-

и and myxedema.— J. Clin. Endo-

Поступила в редакцию
24.IX 1979 г.

УДК 611.001.8:611.81.430

В. И. Берташ, К. К. Сурикова, В. И. Баев

РЕАКЦИЯ СЕМЕННИКОВ КРЫС НА ПОВТОРНОЕ СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИПЕРКАПНИИ, ГИПОКСИИ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Сочетанное воздействие, особенно повторное, постепенно нарастающих концентраций углекислого газа, снижающихся концентраций кислорода при постоянной внешней температуре 2—3 °С значительно повышает устойчивость всего организма и тканей головного мозга, в частности, к острой гипоксии [8]. В связи с важной биологической ролью сперматогенного эпителия изучение реакции семенников при этом воздействии представляет теоретический и практический интерес. Ранее нами были получены данные о реакции семенников на однократное указанное воздействие [3].

Мы изучали особенности реакции семенников крыс при повторном комбинированном воздействии на организм гиперкапнии, гипоксии и охлаждения.

Методика исследований

Опыты выполнены на 95 половозрелых крысах-самцах линии Вистар массой 160—180 г. Животных разделили на две группы: I — интактные, II — крысы, подвергнутые повторному (через 48 ч после первого) 2 ч сочетанному воздействию постепенно нарастающих концентраций углекислого газа, снижающихся концентраций кислорода при внешней температуре 2—3 °С в гермокамере объемом 2,4 л [5]. Материал для исследования брали одновременно у опытных и интактных крыс на 2, 14, 28 и 41 сут после окончания воздействия. При выборе сроков исследования ориентировались на продолжительность стадий развития сперматогенного эпителия и среднюю скорость обновления клеточного состава семенников [9, 10]. О сперматогенной и андрогенной функции судили по состоянию срединных сагиттальных срезов препаратов, окрашенных гематоксилин-эозином, галлоцианином, суданом черным и по Мак-Манусу. Глубину патологических изменений характеризовали наличием запусевших канальцев (подсчитывали 100 канальцев) и канальцев с отслоениями, вызванными отеками в базальных слоях сперматогенного эпителия. Материал обрабатывали статистически [1].

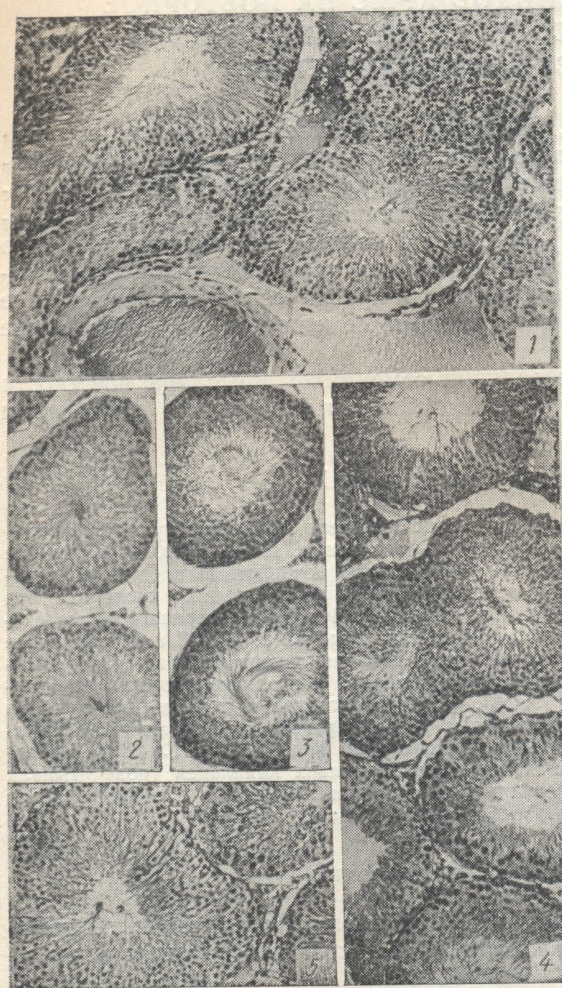
Результаты исследований

Макроскопически и при морфофункциональном изучении семенников интактных животных не отличаются от описанных другими исследователями [7].

Через 2—3 мин после повторного воздействия в семенниках крыс наблюдаются разнообразные патологические изменения: сужение просветов канальцев, уменьшение базофилии. В сравнении с характером изменений, отмеченных в эти же сроки после однократной экспозиции [3], эти явления выражены в значительно меньшей степени. Лишь отдельные кровеносные сосуды выполнены эритроцитами и имеют набухший эпителий. Вблизи сосудов располагаются разных размеров гландулоциты. Наряду со зрелыми большими клетками, основной функцией которых является продукция тестостерона, определяются и малые клетки, содержащие в цитоплазме липиды. Просветы части семенных канальцев незначительно уменьшены в размерах, эпителий местами слущивается (см. рисунок, 1). В популяции сперматогенных клеток

наблюдается кариорексис, кариопикноз, лизис сперматогоний типа Б и сперматочитов I и II порядка (в большей части на VII стадии цикла).

На вторые сутки после повторного воздействия отмечается нерезко выраженная гиперемия семенников. Канальцы с отслоившимся эпителием составляют $25,0 \pm 0,2\%$ и расположены рядом с зоной отека жидкости. Просветы некоторых канальцев заполнены детритом (см.



Изменения сперматогенного эпителия крыс при повторном сочетанном воздействии гиперкапнии, гипоксии и охлаждения:

1 — уменьшение просветов канальцев, явления гиперемии через 2—3 мин после окончания повторного воздействия; 2 — слущивание сперматогенного эпителия и заполнение просвета канальцев детритом через 2 сут после повторного воздействия; 3 — появление канальцев с «закрученными» хвостами сперматозоидов через 2 сут после повторного воздействия; 4 — пустота во втором слое клеток на месте лизированных сперматогоний на 14 сут после повторного воздействия; 5 — нормальный сперматогенез в семенных канальцах крыс на 41 сут после повторного воздействия. Ув. 10×40 .

рисунок, 2). Вероятно, затруднение транспорта сперматозоидов приводит к появлению специфического вида картин «закрученных хвостов» (см. рисунок, 3). В некоторой части канальцев выявляется изменение обычного клеточного соотношения между sustentocytes и сперматозоидами. Встречаются отдельные дегенеративные формы сперматогоний и сперматочитов. Изредка можно наблюдать гетероплоидные сперматиды. Визуально средние размеры гландулоцитов не изменены. По отношению к исходным данным в отдельных полях зрения имеются единичные гландулоциты с повышенной вакуолизацией. В редких гландулоцитах появляются капли жира, что, надо полагать, связано с декомпозицией белково-липидного комплекса.

На 14 сут отчетливо выявляется популяция сперматозоидов. Количество канальцев с $15,0 \pm 0,1\%$ Мейоз приближается к картине, в которой остаются только остаточные ядра. Недостаток количества слоев на IV—V стадиях. В sustentocytes ределяются. Лучшее в цитоплазме sustentocytes зернистости в околосредней вывлекается значительно.

На 28 сут после повторного воздействия семенника представляется интенсивный сперматогенез и размеры, характерные для семенника не изменены. Однако в некоторых канальцах структурные нарушения. В некоторых канальцах на 28 сут выявляются вследствие сдвиги предыдущей генерации сперматозоидов. Контрольные изменения не отмечаются.

На 41 сут после повторного воздействия сперматогенез (см. рисунок, 5) восстановлен. Среди гландулоцитов встречаются и малые. Содержание липидов в клетках интактных крыс не изменено. Восстановлены ассоциации показанных сперматозоидов.

Реакция семенников крыс так и после повторного воздействия с местным нарушением степени выраженной слабее. Примером этого является слоенный сперматогенез. Повторное воздействие на семенники приводит к изменению сперматогенеза. Сперматогонии, остающиеся неповрежденными, значительно ускоряются нормализация при повторном сочетании воздействия.

лизис сперматогоний типа *Б* (часть на VII стадии цикла). Воздействие отмечается нерезко. Канальцы с отслоившимся эпителием расположены рядом с зоной отечной. Канальцы заполнены детритом (см.

Изменения сперматогенного эпителия крыс при повторном сочетанном воздействии гиперкапнии, гипоксии и охлаждения:

1 — уменьшение просветов канальцев, явления гиперемии через 2—3 мин после окончания повторного воздействия; 2 — слушивание сперматогенного эпителия и заполнение просвета канальцев детритом через 2 сут после повторного воздействия; 3 — появление канальцев с «закрученными» хвостами сперматозоидов через 2 сут после повторного воздействия; 4 — пустоты во втором слое клеток на месте лизированных сперматогоний на 14 сут после повторного воздействия; 5 — нормальный сперматогенез в семенных канальцах крыс на 41 сут после повторного воздействия. Ув. 10×40.

спорта сперматозоидов приво-
дятся «закрученные хвосты»
канальцев выявляется изменение
сустентоцитами и спермато-
генными формами спермато-
генных гетероплоидных спер-
матозоидов не изменены. По
этим полям зрения имеются еди-
нообразия. В редких гланду-
лоцитах полагают, связано с деком-

На 14 сут отчетливо проявляются черты репарации: восстанавливается популяция сперматогенных клеток, значительно снижается количество канальцев с отслоившимися эпителиальными клетками — до $15,0 \pm 0,1$ %. Мейоз протекает нормально, количество слоев сперматид приближается к картине, характерной для интактных животных. Некоторые остаточные явления состоят в образовании пустот во втором слое клеток на месте лизированных сперматогоний (см. рисунок, 4). Недостаток количества сперматоцитов сказывается в расположении слоев на IV—V стадиях цикла. Однако никогда не встречаются полностью запустевшие канальцы, которые видны при однократном воздействии. В сустентоцитах структурно-функциональные изменения не определяются. Лучше выражены процессы генерации сперматозоидов. В цитоплазме сустентоцитов липиды обнаруживаются в виде пылевидной зернистости в околоядерной зоне. Среди общего числа гландулоцитов выявляется значительное количество больших гландулоцитов.

На 28 сут после повторного воздействия кровеносные сосуды семенника представляются неизменными. Во всех канальцах отмечается интенсивный сперматогенез. Базальная мембрана имеет обычное строение и размеры, характерные для интактных крыс. Межуточная ткань семенника не изменена. Гландулоциты, как правило, лишены липидов. Однако в некоторых из них встречаются небольшие липидные капли. Структурные нарушения в сустентоцитах не обнаружены, нормализовалось взаимное расположение этих клеток и сперматозоидов. В некоторых канальцах на VII—VIII стадиях можно видеть пробки, образующиеся вследствие столкновения не отторгнутых сперматозоидов предыдущей генерации со вновь образующимися. При сопоставлении с семенниками контрольных животных в соотношении гландулоцитов изменений не отмечается.

На 41 сут после воздействия наблюдается активно проходящий сперматогенез (см. рисунок, 5). Визуально картина семенных канальцев (базальные мембраны) и сосудов не отличается от контрольных. Среди гландулоцитов преобладают средние и большие клетки, изредка встречаются и малые формы. Количество сустентоцитов не увеличено. Содержание липидов и гликогена в цитоплазме такое же, как и в клетках интактных крыс. Не отмечается и изменений клеточных соотношений, восстановлен обычный цикл сперматогенеза. Мейоз также не изменен. Картина сперматогенеза и других всех клеточных форм и их ассоциаций показывает, что изменения в половых клетках отсутствуют.

Реакция семенников во все сроки исследования, как после первой, так и после повторной экспозиции одинаковая и, как мы полагаем, связана с местным нарушением трофики. Однако при повторном воздействии степень выраженности и глубина реакции в значительной степени слабее. Примером этому может служить количество канальцев с отслоенным сперматогенным эпителием, которое у животных после повторного воздействия составляет $40,0 \pm 0,2$ % против $84,0 \pm 1$ % при однократном воздействии. При повторной экспозиции менее выражена гиперемия семенников и в меньшей степени встречаются патологически измененные сперматогенные клетки. По-видимому, это касается лишь некоторых сперматогоний типа *Б* в наиболее чувствительных стадиях цикла. Сперматогонии типа *А*, начинающие новую сперматогенную волну, остаются неповрежденными. Именно поэтому и темпы регенерации значительно ускоряются. При морфо-физиологическом анализе отмечается нормализация практически всех процессов на 14 сут после повторного сочетанного воздействия гиперкапнии, гипоксии и охлаждения.

Обнаруженные менее выраженные изменения в семенниках и более быстрое развитие в них репаративных процессов в ответ на повторное воздействие изученного комплекса факторов внешней среды в сравнении с однократным обусловлены, вероятно, также и тем, что эти воздействия осуществляются на качественно разном физиологическом исходном фоне: первое — на фоне физиологического покоя, а повторное как показано нами ранее при изучении состояния различных эндокринных желез [4—6] и обмена веществ в тканях [2], — разной степени суперкомпенсации продуктов обмена веществ, особенно основных субстратов окисления — углеводов и жиров, что создает благоприятные условия для функционирования и перенесения тканями экстремального воздействия. Очевидно, именно в этих условиях значительно снижается вероятность развития патологических реакций в семенниках. Кроме того, приведенные результаты дают основание предположить, что обнаруженная реакция семенников является проявлением в конкретных условиях общебиологической закономерности, состоящей в том, что в экстремальных условиях для сохранения жизни индивидуума в наиболее жизненно важных, главных системах степень их нарушения при экстремальном состоянии, как правило, менее глубокая и по времени проявления менее длительная, так как процессы восстановления в них развиваются всегда более быстро, чем в системах, не имеющих первостепенного жизненного значения. Действительно, морфо-физиологические и биохимические изменения, например, в надпочечниках или других эндокринных органах значительно менее выражены и полное их восстановление отмечается раньше, чем в семенниках, где это происходит только на 14 сут после воздействия. Однако необходимо иметь в виду и то обстоятельство, что более длительное по времени развитие репаративных процессов в семенниках в сравнении с другими эндокринными органами имеет адаптивное значение для сохранения вида индивидуума. Очевидно, воспроизведение нецелесообразно или невозможно при нарушениях патологического характера в других органах организма.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о значительно менее глубоких и более быстро проходящих изменениях в гаметообразовательном и гормонотрофическом аппарате семенников крыс при повторном сочетанном воздействии гиперкапнии, гипоксии и охлаждения, чем при однократном аналогичном воздействии. Обнаруженные сдвиги представляют одно из звеньев сложной цепи адаптивных перестроек регулирующих гомеостатических механизмов организма при его существовании в экстремальных условиях.

[V. I. Bertash], K. K. Surikova, V. I. Bayev

RATS' TESTICLE REACTION TO THE REPEATED
COMBINED ACTION OF HYPERCAPNIA, HYPOXIA AND COOLING

Summary

Rats' testicle reaction to the repeated combined action of hypercapnia, hypoxia and cooling (at +2°, +3 °C) was studied. The repeated combined action causes less marked changes in rats' testicles and reparation processes develop faster than after a single similar action. The revealed shifts are one of links in the complex chain of rearrangements in certain systems of the organism aimed at adaptation to the extremal living conditions.

Pediatric Medical Institute, Leningrad

1. Ашмарин И. П., Васильева Л. П. Механизм обработки и планирования работы. — *Вопросы зоологии*, 1964, № 1, с. 1—10.
2. Баев В. И., Берштам В. И. Регулирующая роль гипоксии и охлаждения в развитии зрелых крыс под влиянием холода. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 1—10.
3. Берштам В. И., Коростовцева Н. В. Поджелудочная железа при гипоксии и охлаждении. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 1—10.
4. Берштам В. И., Баев В. И. Влияние гипоксии и охлаждения на функцию поджелудочной железы. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 29—33.
5. Берштам В. И., Баев В. И. Влияние гипоксии и охлаждения на функцию поджелудочной железы. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 251—254.
6. Васильева Г. А., Медведь Л. П. Влияние холода на функцию поджелудочной железы. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 251—254.
7. Коростовцева Н. В. Влияние холода на функцию поджелудочной железы. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 251—254.
8. Сурикова К. К., Гущин В. П. Влияние холода на функцию поджелудочной железы. — *Физиол. журн.*, 1964, № 1, с. 251—254.
9. Qakberg E. F. A new relationship to gen...

Ленинградский педиатрический
медицинский институт

изменения в семенниках и бо-
рых процессов в ответ на пов-
а факторов внешней среды в
вероятно, также и тем, что эти
енно разным физиологическом
огического покоя, а повторное,
остояния различных эндокрин-
тканях [2], — разной степени
цеств, особенно основных суб-
в, что создает благоприятные
сения тканями экстремального
ловиях значительно снижается
акций в семенниках. Кроме то-
ние предположить, что обнару-
оявлением в конкретных усло-
состоящей в том, что в эк-
кизии индивидуума в наиболее
пень их нарушения при экстре-
глубокая и по времени прояв-
сы восстановления в них раз-
стемах, не имеющих первосте-
ельно, морфо-физиологические
в надпочечниках или других
выражены и полное их восста-
менниках, где это происходит
нако необходимо иметь в виду
ое по времени развитие репа-
нении с другими эндокринны-
е для сохранения вида инди-
елесообразно или невозможно
тера в других органах орга-

ьтаты свидетельствуют о зна-
проходящих изменениях в га-
рующем аппарате семенников
твии гиперкапнии, гипоксии и
огичном воздействии. Обнару-
веньев сложной цепи адаптив-
ических механизмов организма
условиях.

ova, V. I. Bayev

THE REPEATED
HYPOXIA AND COOLING

ed action of hypercapnia, hypoxia and
combined action causes less marked
develop faster than after a single si-
the complex chain of rearrangements
ation to the extremal living conditions.

Список литературы

1. Ашмарин И. П., Васильев Н. Н., Амбросимов В. А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. Л.: ЛГУ, 1975. 77 с.
2. Баев В. И., Берташ В. И., Булах Е. И., Зозулякова С. В. Характер метаболизма и регулирующая роль холинореактивных систем тканей при воздействии гиперкапнии, гипоксии и охлаждения. — Физиол. журн., СССР, 1977, 63, № 8, с. 1188—1194.
3. Берташ В. И., Коростовцева Н. В., Сурикова К. К. Изменения семенников полово-зрелых крыс под влиянием сочетанного воздействия гипоксии, гиперкапнии и охлаждения. — Физиол. журн., АН УССР, 1976, 22, № 6, с. 780—784.
4. Берташ В. И., Касумова З. П., Баев В. И., Булах Е. И. Функциональное состояние поджелудочной железы при сочетанном воздействии гипоксии, гиперкапнии, охлаж-дения. — Физиол. журн. АН УССР, 1976, 22, № 3, с. 357—361.
5. Берташ В. И., Баев В. И. Вилочковая железа крыс в условиях сочетанного воздей-ствия гипоксии, гиперкапнии и охлаждения. — Физиол. журн. АН УССР, 1978, 24, № 1, с. 29—33.
6. Берташ В. И., Баев В. И., Зозулякова С. В. Эпифиз крыс при сочетанном воздей-ствии гипоксии, гиперкапнии и охлаждения. — Физиол. журн. АН УССР, 1979, 25, № 3, с. 251—254.
7. Васильев Г. А., Медведев Ю. А., Хмельницкий О. К. Эндокринная система при кис-лородном голодании. Л., 1974. 168 с.
8. Коростовцева Н. В. Глубокая гипоксическая-гиперкапническая гипотермия и повы-шение устойчивости к ней. — Физиол. журн. СССР, 1960, 46, № 10, с. 1188—1194.
9. Сурикова К. К., Гуцин В. А. Исследование сперматогенного эпителия половозре-лых млекопитающих, как стационарной системы. — Цитология, 1969, 11, № 7, с. 824—826.
10. Qakberg E. F. A new concept of spermatogonial stammcells renewal in the mouse and its relationship to genetic effects. — Mutat. Research., 1971, 11, p. 1—7.

Ленинградский педиатрический
медицинский институт

Поступила в редакцию
22.VIII 1979 г.