

Е. А. Корочкина

## Морфофункциональное состояние семенников и надпочечников крыс в условиях стресса

**Аннотация.** В статье на основе анализа морфологических исследований гонад и надпочечников, а также гормонального статуса крови изложено влияние физического и психоэмоционального стресса на морфофункциональное состояние семенников и надпочечников крыс.

**Ключевые слова:** крысы, семенники, надпочечники, гормон тестостерон, кортизол, физический и психоэмоциональный стресс.

*Сведения об авторе:*

**Корочкина Елена Александровна** — кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник ВНИИГРЖ, Санкт-Петербург-Пушкин, Московское шоссе, 55а, e-mail: e.koga@mail.ru.

**Введение.** Многочисленные данные ветеринарной статистики и результаты специальных исследований отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют о том, в последние годы в структуре заболеваемости и смертности животных инфекционные заболевания отходят на второй план. Основными причинами выбытия животных являются болезни, в этиологии и патогенезе которых имеются общие черты. В их возникновении ведущую роль играет стресс, вызванный многочисленными элементами современных промышленных технологий животноводства. Поэтому, изучение влияния стресса на организм и разработка принципов профилактики стрессорных повреждений является важным элементом в решении ключевой проблемы современного животноводства, — профилактики основных неинфекционных заболеваний, а также повышения плодовитости и продуктивности животных.

Целью работы явилось изучение морфофункциональных изменений в семенниках и надпочечниках крыс при адаптации животных к физическому и психоэмоциональному стрессу.

**Условия, материалы и методы исследований.** Эксперимент был выполнен на белых лабораторных крысах — самцах линии Вистар с исходной массой тела 150–175 г. в возрасте 6 месяцев. Животные по принципу аналогов были разделены на три группы: животные первой группы (n=5) подвергались воздействию психоэмоционального стресса, второй группы (n=5), — физического стресса, а крысы третьей группы (n=5) стрессовой нагрузки не получали и служили контролем. Учитывая, что психоэмоциональный стресс является защитно-приспособительной реакцией, мобилизующей организм на преодоление разнообразных, нарушающих жизнедеятельность препятствий и конфликтных ситуаций, в которых субъект ограни-

чен в возможностях удовлетворения своих основных жизненно важных биологических и социальных потребностей (Sherwood A. et al., 1995), для его моделирования было использовано принудительное плавание в емкости с высокими бортами, исключающими самостоятельное освобождение животных. Состояние физического стресса у крыс вызывалось истощающей нагрузкой возникающей при плавании с грузом, составляющим 7,5% от массы тела животного. Животные обеих групп плавали в воде температурой 38 °С шесть раз в неделю в течение 8 недель. При этом использованы принципы систематичности выполнения нагрузок в течение длительного времени (8 недель) и ступенчатого возрастания (первоначально время плавания составило 5 минут, каждую неделю оно возрастало на 5 минут), позволяющие вызвать состояние долговременной устойчивой адаптации организма. Все эксперименты, уход и содержание животных осуществлялись в соответствии с Директивой № 63 от 22.09.10 г. Президиума и Парламента Европы «О защите животных, используемых для научных исследований» и приказом Минздрава РФ № 267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики». Оценку морфофункциональных изменений проводили через восемь недель после начала опыта путем определения концентрации кортизола и тестостерона в сыворотке крови и микроморфометрического исследования тканей семенников и надпочечников подопытных и контрольных животных.

**Анализ и обсуждение результатов.** Эндокринологические исследования крови крыс свидетельствуют о том, что стрессовая нагрузка оказывает существенное влияние на концентрацию стероидных гормонов. Так, содержание кортизола в крови подопытных животных находилось на уровне 25,2–27,9 нмоль/л, что в 3,6–4,0 раза превыша-

Таблица 1. Концентрация кортизола и тестостерона в крови крыс после восьминедельной стрессовой нагрузки

Группа животных	Кортизол, нмоль/л		Тестостерон, нмоль/л	
	М	m ( $\pm$ )	М	m ( $\pm$ )
Психоэмоциональный стресс	27,9	0,72	0,83	0,16
Физический стресс	25,2	1,9	1,29	0,2
Контроль	7,01	0,41	1,88	1,13

ло значение аналогичного показателя в контрольной группе ( $7,01 \pm 0,41$  нмоль/л). При этом уровень кортикостероида был на 10,7% выше у крыс подвергнутых психоэмоциональному стрессу (таб.1).

Противоположная картина наблюдается со стороны половых стероидов. Уровень тестостерона у подопытных животных был достоверно ниже в 2,3–1,4 раза ( $p < 0,05$ ) по сравнению со значениями этого показателя в контрольной группе. Одновременно установлено, что концентрация андрогена в крови крыс после длительного психоэмоционального стресса была в 1,5 раза ниже ( $p < 0,05$ ), чем после истощающей физической нагрузки.

При гистологическом исследовании семенников животных контрольной группы установлено, что каналцы располагались компактно: расстояние между базальными мембранами соседних каналцев в большинстве случаев определялось лишь диаметром капилляра, располагавшегося между ними и составило в среднем 0,0033 мм. Внешний диаметр каналцев колебался от 0,212 мкм до 0,316 мм, составляя в среднем 0,258 мм. Между каналцами локализуются островки из клеток Лейдига, преимущественно 6–8 шт. Цитоплазма клеток оксифильная с гранулами внутри.

У животных опытных групп отмечалось появление оптически пустых пространств между базальными мембранами каналцев и питающими их капиллярами. Расстояние между базальными мембранами соседних каналцев колебалось от 0,022 мм до 0,089 мм, составляя в среднем 0,066 мм, превышая таковое у животных контрольной группы в 20 раз. Внешний диаметр каналцев был меньше, чем в контрольной группе и составлял от 0,17 мм до 0,21 мм — в среднем 0,187 мм. Отмечалось небольшое, одиночное количество клеток Лейдига преимущественно веретеновидной формы.

Согласно данным гистологического исследования аденокортикальных желез, в контрольной группе строение надпочечников соответствовало норме. В корковом веществе соотношение клубочковой, пучковой и сетчатой зон составляло 1:2:1. В клубочковой зоне клетки были довольно крупными с небольшими ядрами и обильной свет-

лой цитоплазмой. Клетки пучковой зоны имели ядра такого же диаметра, но меньший объем цитоплазмы, вследствие чего размер их был несколько меньше, чем клеток клубочковой зоны. Клетки сетчатой зоны имели такие же размеры, но располагались более компактно, жировые включения в их цитоплазме были более редкими и мелкими. В мозговом веществе хромоафинные клетки располагались среди хорошо развитой капиллярной сети в виде альвеолярных структур по 6–14 клеток в каждой ячейке. Размеры их были больше размеров клеток коркового вещества, цитоплазма имела слабую базофильную окраску, содержала мелкие гранулы.

В отличие от контрольной во всех экспериментальных группах если мозговое вещество не претерпевало изменений, то в корковом веществе наблюдалось отчетливое расширение сетчатой зоны, за счет чего соотношение зон у животных всех экспериментальных групп составляло 1:2:2. В некоторых наблюдениях клетки сетчатой зоны приобретали полигональную форму и были крупнее, чем в контроле, вероятно за счет наличия в их цитоплазме мелких жировых включений, которые в других наблюдениях не выявлялись.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при адаптации к длительному психоэмоциональному и физическому стрессу наблюдается преимущественная активация аденокортикальной системы. Известно, что разные по типу стрессоры активируют разные гормональные системы и приводят к разным по типу заболеваниям. Если активируется симпатико-адено-медуллярная система, перегрузки ведут к заболеваниям типа сердечной недостаточности (активный стресс). Когда активируется гипоталамо-адено-кортикальная система, возникают заболевания, связанные со сбоями в иммунной системе (пассивный стресс). Морфологическое исследование надпочечников подопытных животных однозначно указывает на увеличение мощности структур гипофизарно-аденокортикального звена адаптации, хотя эти изменения и не являются типичными. Так, нами установлено, что длительный психоэмоциональный стресс и истощающие физические нагрузки не только активизируют функцию пучковой зоны

надпочечников, что проявляется повышением концентрации кортизола в крови животных в 3,6–4,0 раза, но и вызывают гипертрофию сетчатой зоны коркового вещества, где секретируются стероиды с эстрогенными, андрогенными и прогестинными свойствами. Об этом, в частности, свидетельствует повышенный уровень кортизола в плазме крови подопытных животных при, одновременно, сходной с контролем гистологической картинной пучковой зоны коры. При этом, учитывая, что гистологическая картина пучковой зоны коры была идентична у контрольных и подопытных животных можно предположить, что увеличение концентрации в крови стрессированных крыс кортикостероидов связано преимущественно с изменениями ультраструктуры кортикоцитов и, возможно, с активностью ферментных систем печени и уровнем продукции транскортина. Этот факт согласуется с данными Меерсона Ф. З. (1988), согласно которым увеличение функции органов и систем приводит к активации синтеза нуклеиновых кислот и белков в клетках, образующих эти органы и системы.

Одновременно установлено, что адаптация к длительному и интенсивному психоэмоциональному и физическому воздействию вызывает значительные изменения в структуре и функции тестикулов крыс. При этом угнетается не только гормонотическая функция (концентрация тестостерона снижается в 1,4–2,3 раза), но и генеративная (появление оптических пустот между базальными мембранами семенных канальцев, уменьшение их внешнего диаметра, в сочетании с уменьшением просвета канальцев). Снижение содержания тестостерона в плазме крови подопытных крыс, вероятно связано как с существенными уменьшением числа клеток Лейдига в семенниках, так и со значительными изменениями в самих клетках, в том числе их чувствительности к ЛГ. Аналогичные данные были получены в исследованиях В.В. Кнол (1991). Не исключено, так же, что гипофункция

семенников опосредована и снижением гонадотропной активности гипофиза в результате угнетающего действия кортикостероидов на гипоталамус и гипофиз. Об этом в частности может свидетельствовать тот факт, что в группе животных с максимальным содержанием кортизола в крови (пси концентрация тестостерона.

**Выводы.** Структурный «след» адаптации у животных подвергнутых психоэмоциональному и физическому стрессу имеет сходные черты. На уровне гипофизарно-адренкортикального звена он проявляется в повышении функциональной мощности структур его образующих. Это выражается как в гипертрофии сетчатой зоны коркового вещества надпочечников, где секретируются стероиды с эстрогенными, андрогенными и прогестинными свойствами, так, вероятно, и изменениями в ультраструктуре кортикоцитов пучковой зоны, приводящими к повышению способности синтезировать кортикостероиды. Об этом, в частности, свидетельствует повышенный уровень кортизола в плазме крови подопытных животных при, одновременно, сходной с контролем гистологической картинной пучковой зоны коры.

Вместе с тем адаптация к длительному и интенсивному психоэмоциональному и физическому воздействию сопряжена с увеличенным распадом структур гипофизарно-гонадальной системы. Появление оптических пустот между базальными мембранами семенных канальцев, уменьшение их внешнего диаметра, в сочетании с уменьшением просвета канальцев указывают на нарушение процесса сперматогенеза. А снижение содержания тестостерона в плазме крови подопытных крыс, по-видимому, обусловлены не только существенными уменьшением числа клеток Лейдига в семенниках, но и глубокими изменениями в самих клетках. При этом психоэмоциональный стресс приводит к более выраженным изменениям, чем физический.

### Литература

1. Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. Адаптация в стрессовых ситуациях и физическим нагрузкам. — М., Медицина, 1988. — 256 с.
2. Knol B. W. Stress and the endocrine hypothalamus —pituitary-testis system: A review /B. W. Knol // Veterinary Quarterly. — 1991. — 13:2. — P.104–114.
3. Sherwood A. Physiological determinants of hyperreactivity to stress in borderline hypertension / A. Sherwood, A. L. Hinderliter, K. C. Light //Hypertension, 1995. — 25 (3): 384–390.

Korochkina E. A.

## Morphofunctional status of testis and adrenal glands of rats in stress' conditions

**Abstract.** *This article described the influence of physical and psychoemotional stress on the morphofunctional conditions of testis and adrenal glands of rats by analysis of morphological structure of gonads, adrenal glands and hormonal status of blood*

**Keywords:** rats, testis, adrenal glands, hormone testosterone, cortisol, physical and psychoemotional stress.

*Author:*

**Korochkina Elena** — PhD, All-Russian Research Institute for Farm Animal Genetics & Breeding, Tel.: +7 (911) 024-45-86, e-mail: e.kora@mail.ru.

