

## СОДЕРЖАНИЕ КОРТИКОСТЕРОНА И ТЕСТОСТЕРОНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС-САМЦОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ КОМБИНИРОВАННОМУ ДЕЙСТВИЮ РАДИАЦИИ И СТРЕССА

*В работе проведена оценка содержания гормонов коры надпочечников и половых желез в сыворотке крови крыс-самцов, подвергшихся облучению в дозе 2 Гр и иммобилизационному стрессу, а также их комбинированному действию в различные сроки после воздействий. У животных, подверженных комбинированному действию облучения в дозе 2 Гр и иммобилизационному стрессу, наблюдаются значительные изменения содержания гормонов.*

Чернобыльская авария оказала мощное стрессирующее воздействие на миллионы людей, как проживающих на радиоактивно загрязнённых территориях, так и далеко за их пределами. Проблему стресса, возникающего в связи с радиационными авариями и их социальными последствиями, нельзя рассматривать изолированно от других кризисных ситуаций, воздействию которых подвергаются миллионы людей в разных странах. Радиация и стресс связаны между собой, причем эта связь наиболее отчётливо проявляется в периоды крупных радиационных аварий и катастроф. В таких ситуациях многие люди испытывают беспокойство, страх перед ожидаемыми (как правило, сильно преувеличенными) последствиями аварии для своего здоровья, здоровья и благополучия родных и близких. Эта беспокойность, психическая напряженность, являющаяся одной из главных причин и, одновременно, проявлений стресса, может нанести здоровью и социальному благополучию больших групп населения куда больше вреда, чем воздействие малых доз ионизирующего излучения [1].

Основные закономерности действия ионизирующих излучений на организм, а также на отдельные тканевые системы и клетку при летальных и сублетальных дозах установлены. В настоящее время главные проблемы, которые стоят перед радиобиологией – защита организма от излучения в широком диапазоне доз, а также комбинированного действия облучения и иммобилизационного стресса [2]. Имеющиеся данные по влиянию комбинированного действия радиации и стресса имеют противоречивый характер, которые не всегда соответствует классическим представлениям о механизме действия радиации на организм. Представление о нарушениях, происходящих в развивающемся организме при действии радиационно-экологических факторов окружающей среды, позволит лучше понимать возникновение возможных отдаленных последствий и разработать эффективные пути их снижения.

Эксперименты на животных позволяют подойти к решению этих проблем более глубоко, и, что особенно важно, полученные результаты исследований можно экстраполировать в той или иной степени на человека и прогнозировать риски возможных последствий для организма после радиационного воздействия. Реакция системы гипоталамус – гипофиз – кора надпочечников в значительной степени определяет адаптационные возможности организма к действию радиации и стрессу. Функционирование мужской репродуктивной системы определяется в значительной мере тестостероном, уровень которого при облучении претерпевает определенные изменения [3].

Исходя из вышперечисленного, представляет интерес оценить содержание гормонов коры надпочечников (кортикостерон) и половых желез (тестостерон) в сыворотке крови крыс-самцов, подвергшихся облучению в дозе 2 Гр и иммобилизационному стрессу, а также их комбинированному действию в различные сроки после воздействий.

**Материал и методы.** Исследования проводили на белых крысах-самцах стадного разведения (исходный возраст 6 месяцев), которых содержали в стандартных условиях вивария. Все эти животные были разделены на 4 группы:

- 1 Контроль (интактные животные).
- 2 Крысы, облученные в дозе 2 Гр.
- 3 Животные, подвергнутые иммобилизационному стрессу.
- 4 Крысы-самцы, облученные в дозе 2 Гр, у которых затем ограничивали двигательную активность (иммобилизационный стресс).

Внешнее однократное облучение животных в дозе 2 Гр проводили на установке ИГУР (источник излучения- $^{137}\text{Cs}$ , мощность дозы 43 сГр/мин). На следующие сутки после радиационного воздействия животных подвергали иммобилизационному стрессу, который вызывали путем помещения животных в индивидуальные пластиковые пеналы (фиксаторы d- 5,5 см) для обездвиживания ежедневно по 6 часов в день на протяжении 7 дней. Эксперименты выполняли на 1-е, 30-е и 60-е сутки после иммобилизационного стресса и комбинированного воздействия (облучение + иммобилизационный стресс), а также на 8-е, 37-е, 67-е сутки после облучения в дозе 2 Гр.

Перед опытом животных взвешивали. После декапитации крыс собирали кровь, получали сыворотку. Определение уровня указанных гормонов в сыворотке крови проводили методом изократической обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1100, на колонке Zorbax XDB Eclipse-C18 3,0×150 мм; 5 мкм, снабженной специальной предзащитной колонкой размером 4,6×12,5 мм (с диаметром пор 2 мкм) и с тем же наполнителем.

Все данные, которые получены в ходе исследования обрабатывали статистически с использованием многосторонней компьютерной программы GraphPad Prism 5.0.2 для графического представления и оценки достоверности результатов.

**Результаты и их обсуждение.** При оценке содержания гормонов коры надпочечников (кортикостерон) и половых желез (тестостерон) в сыворотке крови крыс-самцов, подвергшихся облучению в дозе 2 Гр, иммобилизационному стрессу, и их комбинированному действию, были обнаружены значительные изменения их уровня в 30-е и 60-е сутки после воздействий.

В результате комбинированного действия облучения и стресса на организм животных было обнаружено достоверное повышение ( $p \leq 0,05$ ) гормона коркового слоя надпочечников – кортикостерона. Таким образом, на 1-е, 30-е и 60-е сутки после воздействия концентрация кортикостерона повысилась на 84,4 %, 221 % и 115,5 % от контроля соответственно. Воздействие отдельно стресса и облучения на животных привело к меньшим изменениям кортикостерона. При сравнении действия на организм облучения в дозе 2 Гр и иммобилизационного стресса обособленно, установлено, что значительные изменения наблюдаются у животных, подтвержденных стрессу. Здесь отмечается достоверное повышение кортикостерона в 1-е сутки на 49 % и в 60-е сутки на 115,5 % от контрольного значения после воздействия (рисунок 1).

При анализе содержания гормона половых желез – тестостерона было обнаружено его достоверное повышение ( $p \leq 0,05$ ) в результате комбинированного действия облучения и стресса на организм животных. Таким образом, на 1-е, 30-е и 60-е сутки после комбинированного воздействия концентрация тестостерона в сыворотке крови повысилась на 72,3 %, 309 % и 38 % от контроля соответственно. Действие на организм животных иммобилизационного стресса привело к снижению тестостерона лишь на 11,5 % от контроля в 60-е сутки после воздействия, на 1-е сутки значительных изменений не было, однако на 30-е сутки отмечено повышение гормона на 225 % от контроля. Также к незначительному изменению тестостерона привело облучение животных в дозе 2 Гр, в 1-е сутки после воздействия его концентрация понизилась на 7,8 % от контроля (рисунок 2).

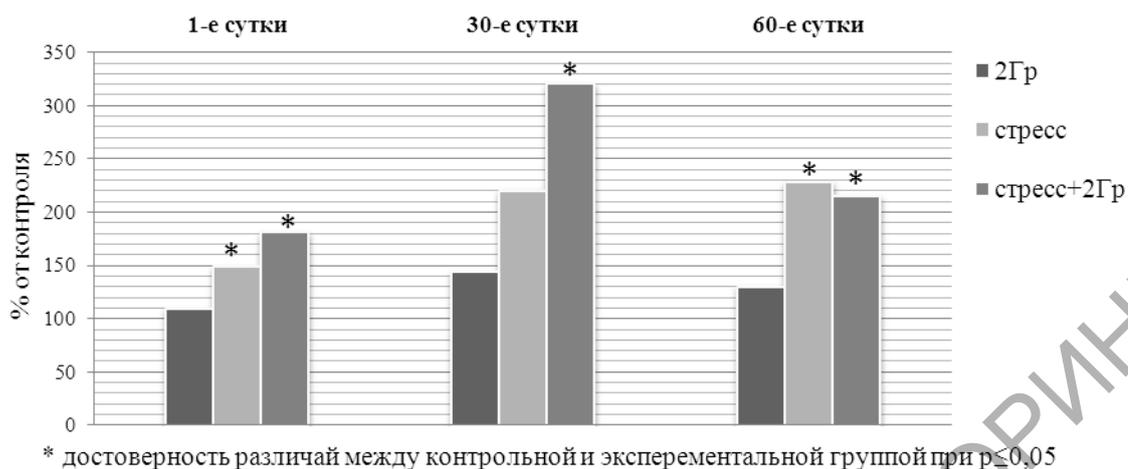


Рисунок 1 – Содержание кортикостерона в сыворотке крови крыс-самцов, подверженных облучению, стрессу и их комбинированному действию

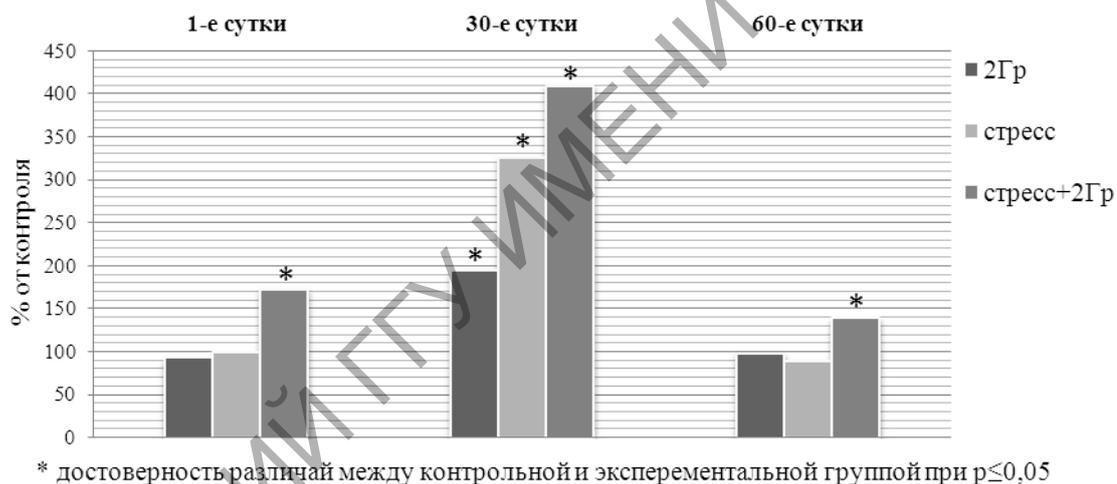


Рисунок 2 – Содержание тестостерона в сыворотке крови крыс-самцов, подверженных облучению, стрессу и их комбинированному действию

Полученные данные указывают на высокую реактивность крови и эндокринной системы организма под влиянием ионизирующего излучения и стресса, которая в большинстве случаев существенно усиливается под влиянием двух анализируемых факторов. У большинства животных, находившихся в условиях комбинированного воздействия (стресс+облучение) в период завершения формирования основных систем жизнеобеспечения, возникает патология таких важнейших звеньев эндокринной системы организма, как кора надпочечников и половые железы самцов. Значительные колебания концентрации исследованных гормонов в сыворотке крови крыс-самцов указывают на высокую чувствительность регуляторных процессов эндокринной системы к действию негативных радиационно-экологических факторов окружающей среды – радиация, стресс и их комбинированное действие, и, вероятно, могут привести к снижению адаптационных возможностей сформировавшегося организма.

Таким образом, у животных, подверженных комбинированному действию облучения в дозе 2 Гр и иммобилизационному стрессу, наблюдаются значительные изменения содержания гормонов, определяющих адаптационные возможности и половую активность организма. Исследуемые показатели крови и репродуктивной системы крыс-самцов обладают высокой информативностью и в дальнейшем могут быть использованы для оценки глубины нарушений в организме при различных видах стрессорных нагрузок.

### Литература

1 Архангельская, Г. В. Социально-психологические последствия аварии на ЧАЭС и пути смягчения их влияния на здоровье населения / Г. В. Архангельская, А. Н. Либерман, Е. В. Иванов // Проблемы смягчения последствий Чернобыльской катастрофы: Материалы Междун. семинара. – Брянск, 1993. – Ч.1. – С. 142–144.

2 Дедов, В. И. Проблемы радиационной эндокринологии / В. И. Дедов, И. И. Дедов. – М.: Медицина, 1993. – 208 с.

3 Верещако, Г. Г. Биохимические изменения в семенниках млекопитающих при действии ионизирующих излучений / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская, Е. Ф. Конопля // Успехи современной биологии. – 1998. – Т. 118. – Вып. 5. – С. 630–644.

УДК 556

*Я. В. Козлова*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ ОПЫТНОЙ КУСТОВОЙ ОТКАЧКИ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

*В статье рассматривается метод моделирования по данным кустовой откачки. Моделирование реализуется с помощью программы «ТОРАЗ». Было промоделировано несколько вариантов водоотбора с различными параметрами, определены значения понижений уровней и построены графики временного прослеживания. По результатам определения гидрогеодинамических параметров было установлено за счет чего происходит формирование эксплуатационных запасов.*

Определение гидрогеодинамических параметров водоносных горизонтов, необходимых для оценки эксплуатационных запасов подземных вод, прогноза их режима и реализации рациональной схемы водоотбора, является одной из основных задач гидрогеологических исследований.

Разнообразие гидрогеологических условий, сложный характер формирования режима подземных вод при опытных откачках, когда одинаковые закономерности изменения уровней и расходов могут быть обусловлены влиянием различных факторов – все это требует обязательного анализа и интерпретации данных опытно-испытательных работ, основным содержанием которых является доказательство соответствия опытных закономерностей изменения уровней принятым для обработки математическим зависимостям [1, с. 257].

Задача определения гидрогеодинамических параметров: найти такие величины параметров модели, при которых выбранная функция качества гарантирует наилучшее совпадение измеренных и вычисленных реакций потока подземных вод на откачку.

Опытная кустовая откачка производилась на водозаборе Бояры, который предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения городского поселка Вороново Гродненской области [2].