

### Секция 3

## **КОМПЕНСАТОРНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКИХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ДЛИТЕЛЬНОГО ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА**

УДК 57.021:614.876

**Л. А. Белая, С. Н. Мельник**

*Учреждение образования*

*«Гомельский государственный медицинский университет»*

*г. Гомель, Республика Беларусь*

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**

#### ***Введение***

На протяжении всей жизни человек неизбежно подвергается воздействию малых доз (от 10 до 100 мГр) ионизирующего излучения, как фонового, так и в рамках медицинской диагностики и лечения, от свалок радиоактивных отходов, в ходе профессиональной деятельности, а также авиаперелетов. В настоящее время довольно хорошо изучены результаты последствий, вызываемые облучением в больших дозах (свыше 1000 мГр): морфологические и функциональные изменения, лучевая болезнь, которая может завершиться летальным исходом, канцерогенезом, старением. Тем не менее, по-прежнему, отсутствует единая точка зрения о биологических эффектах, вызываемых облучением в малых дозах. С одной точки зрения, среди полезных, положительных эффектов облучения в малых дозах называют радиационный гормезис и феномен адаптивного ответа. С другой стороны, имеются эпидемиологические данные, свидетельствующие об увеличении риска возникновения онкологических заболеваний после воздействия острого облучения в дозах выше 50 мГр или хронического в дозе 100 мГр, а также медицинских диагностических процедур, в частности, компьютерной томографии [5].

На сегодняшний день проблема биологических эффектов малых доз ионизирующей радиации является одной из центральных при создании системы медико-экологического мониторинга и оценки риска радиационного воздействия. Споры между сторонниками этих противоположных концепций до сих пор не привели к окончательному перевесу ни одной из теорий, что подчеркивает бесспорную актуальность дальнейших исследований биологических эффектов ионизирующего излучения в низких дозах [2].

#### ***Цель***

Изучить литературу о влиянии малых доз радиации на организм человека. Рассмотреть степень изученности конкретной проблемы, дать оценку опубликованных работ других исследователей.

#### ***Материалы и методы исследования***

Был проведен литературный поиск научных публикаций по онлайн-базам данных PubMed.

В статью были включены все опубликованные в медицинских и биологических журналах работы по проблеме изучения влияния малых доз ионизирующего излучения.

### ***Результаты исследования и их обсуждение***

Вредны или полезны низкие дозы ионизирующего излучения? За последние годы наука уделяет все большее внимание изучению действия малых доз разнообразных физических факторов на человека. В отечественных и зарубежных журналах появились множество научных публикаций о влиянии малых доз радиации на человека.

Термин «малые дозы» и низкие уровни – довольно условные понятия. Хотя существуют расхождения относительно определения и эффектов малых доз облучения, многие экспериментальные исследования рассматривают дозы от 0,5 Гр и менее как «низкие».

Среднемировое значение суммарной дозы от всех источников излучения составляет около 3 мЗв/год. Наибольший вклад (до 70 %) в эти дозы вносят природные источники ионизирующего излучения [3].

Многие авторы полагают, что наиболее основные изменения, которые вносят малые дозы радиации и которые могут быть связаны со здоровьем человека, обусловлены функциональными и морфологическими изменениями клеток. Это происходит в результате адаптивной клеточной реакции на ионизирующее излучение, однако при хроническом длительном воздействии последствия могут быть небезопасны для организма. Измененные клетки, могут иначе воспринимать другие внешние отрицательные факторы. По мнению некоторых авторов, опасность воздействия малых доз облучения заключается в том, что они вызывают лабилизацию генома, повышение нестабильности ДНК, увеличивая вероятность генетических повреждений. Долгое время считалось, что молекула ДНК, несущая генетическую информацию, разрушается под действием ионизирующего излучения непосредственно в ядре клетки [4].

В 1961 году Кузиным А. М. впервые была сформулирована гипотеза о ведущем значении для выявления радиационной стимуляции жизненных процессов воздействия радиации в малых дозах на биологические мембраны клетки. По мнению автора, первичной мишенью ионизирующего излучения в малых дозах также являются морфологические и функциональные нарушения клеточных мембран, которые выявляются сразу после облучения. С повреждением клеточных мембран могут быть связаны как низкая доза, так и неспецифичность природы иницирующего агента.

Другие авторы утверждают, что малые дозы радиоактивных излучений являются для биологических объектов стрессовым фактором, а отдаленные последствия длительного хронического воздействия – истощением компенсаторных возможностей системы [1].

С использованием экспериментальных моделей наиболее хорошо изучены радиобиологические эффекты острого общего облучения всего организма лабораторных животных, механизмы же влияния частичного облучения отдельных областей тела на общее состояние организма и на формирование отдаленных последствий облучения, не вполне ясны. Эксперименты, проводимые на животных, показывают, что воздействие острой или хронической низкой дозы ионизирующего излучения ( $\leq 100$  мЗв) или низкой мощности дозы ионизирующего излучения могут быть вредны [5].

В работах ученых выявлено, что экспериментальное облучение клеток в дозах 10–40 сГр вызывает снижение пролиферативной активности в отдаленных после облучения поколениях клеток, снижение численности клеток в колониях.

Ученые показали, что возбуждение симпатико-адреналовой системы – одна из первых реакций организма на лучевое воздействие. При длительном гамма-облучении обнаружены изменения уровня катехоламинов в гипоталамусе крыс. Этим изменениям может принадлежать важная роль в генезе многих патологических состояний организма. Авторы делают заключение о большой чувствительности симпатико-адреналовой системы к действию хронического облучения в малых дозах.

Заболевания, вызванные ионизирующим излучением, могут проявиться и выразиться через много лет после облучения, в том числе и в малых и средних дозах. Такое облучение

не вызывает специфических радиационных заболеваний, а скорее стимулирует развитие обычных заболеваний. Развитию лейкемии, раковых опухолей всех видов, снижению фертильности, хромосомным абберациям, физическим и умственным порокам развития, ослаблению сопротивляемости инфекциям, росту сердечно-сосудистых заболеваний может способствовать облучение в малых дозах.

Ионизирующее излучение, независимо от вида и способа воздействия, является неспецифическим канцерогенным фактором, так как способствует возникновению опухолей почти во всех тканях млекопитающих. Ни один из химических канцерогенов не обладает подобным универсальным действием. Облучение не вызывает каких-либо специфических форм рака, но увеличивает частоту уже известных видов раковых заболеваний. Авторами на основании многочисленных исследований сделаны выводы, отрицающие существование какой бы то ни было безопасной дозы или мощности ионизирующего излучения. Полученные им данные показывают, что иммунная система не в состоянии погасить все радиационно-индуцированные опухоли, в том числе и при достаточно низких дозах и мощности излучения, что опровергает концепцию безопасных доз ионизирующего излучения [3].

По мнению многих авторов, закономерности биологического эффекта действия малых доз ионизирующего излучения имеют общебиологический характер как отражение лежащих в основе жизни механизмов обеспечения устойчивости живых систем и возможности их адаптации к изменяющимся условиям внешней среды. Например, при облучении малыми дозами до 0,1 Зв число смертельных лейкозов оказывается столь же значительным, как при облучении многократно большими дозами. Также обнаружено, что повреждения хромосом и злокачественная трансформация клеток при малых дозах примерно на порядок выше, чем можно было бы ожидать при экстраполяции влияния высоких доз в диапазон малых. Возможно, эффект такого взаимодействия ионизирующего излучения с другими факторами риска основан на повышении чувствительности организма, испытавшего воздействие малых доз облучения к химическим мутагенам и канцерогенам [4].

### **Заключение**

Таким образом, проблема малых доз ионизирующих излучений была и остается наиболее сложной, имеющей не только радиобиологическое, но и социально-экономическое значение.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что экспериментальная проверка беспороговой или пороговой концепции действия ионизирующего излучения на организм является крайне сложной и на сегодняшний день нерешенной.

Представленный анализ научных исследований, проведенных за последние десятилетия в области изучения патогенных эффектов малых доз ионизирующего излучения, показывает, что спор между сторонниками по сути противоположных концепций – радиационного гормезиса и беспорогового радиационного эффекта продолжает вызывать огромный интерес.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Веселова, М. М. Воздействие малых доз радиации на организм человека / М. М. Веселова, Д. А. Протасова // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2022. – № 1(47). – С. 13–14.
2. Веялкина, Н. Н. Цитогенетические эффекты общего рентгеновского облучения в эксперименте / Н. Н. Веялкина, Л. А. Белая, Ю. В. Дворник, А. Е. Сусленкова // Актуальные проблемы медицины: сборник научных статей Республиканской научно-практической конференции с международным участием (г. Гомель, 10 ноября 2022 года) : в 3 т. / И. О. Стома [и др.]. — Элект. текст. данные (объем 6,44 Mb). – Гомель: ГомГМУ, 2022. – Т. 1. – С. 9–11.
3. Гончарова, Р. И. Генетическая эффективность малых доз ионизирующей радиации при хроническом облучении мелких млекопитающих. / Р. И. Гончарова, И. И. Смолич // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 6. – С. 654–660.
4. Журавская, А. Н. Биологические эффекты малых доз ионизирующих излучений / А. Н. Журавская // Наука и образование. – 2016. – № 2(82). – С. 94–102.
5. Кострюкова, Н. К. Биологические эффекты малых доз ионизирующего излучения / Н. К. Кострюкова, В. А. Карпин // Сибирский медицинский журнал. – 2005. – Т. 50. – № 1. – С. 17–22.