

Показано, что комбинированное применение радиозащитных средств (например, антиоксидантов вместе с радиопротекторами, а также в сочетании с гипербарической оксигенацией или противовоспалительными препаратами) демонстрирует более высокую эффективность по сравнению с монотерапией.

Заключение. Проведённые исследования показали и требуется учитывать, что современные радиозащитные средства включают антиоксиданты, радиопротекторы, стимуляторы репарации ДНК и регенерации тканей а, также продукты питания, богатые витамином С, витамином Е, глутатионом и их предшественниками, являются важным поддерживающим фактором при хроническом радиационном воздействии.

Наиболее перспективными являются комбинированные схемы защиты, а также разработка новых препаратов с учётом молекулярных механизмов повреждения.

Литература.

1. Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко. – Москва : Высшая школа, 2016. – 552 с.
2. Гребенюк, А. Н. Современные радиопротекторы: состояние и перспективы / А. Н. Гребенюк, В. Г. Владимиров // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2018. – Т. 58, № 4. – С. 389–402.
3. Weiss, J. F. Radioprotection by antioxidants / J. F. Weiss, M. R. Landauer // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2000. – Vol. 899. – P. 44–60.

УДК 577.346

РАДИАЦИОННАЯ ЭПИГЕНЕТИКА

Шутова В.А.

Научный руководитель – Клименков К.П.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Эпигенетические механизмы действия ионизирующего излучения (метилирование ДНК, модификации гистонов, микроРНК), которые лежат в основе нетаргетных эффектов – феномена свидетеля и трансгенерационной нестабильности генома. Клиническое значение этих изменений как биомаркеров, мишеней для персонализации лучевой терапии и радиопротекции, а также обозначены нерешенные проблемы дозовой зависимости и наследования эпимутаций у человека. **Ключевые слова:** ионизирующее излучение, радиационная эпигенетика, метилирование ДНК, модификации гистонов, микроРНК, нетаргетные эффекты, эффект свидетеля, трансгенерационная нестабильность генома.*

RADIATION EPIGENETICS

Shutova V.A.

Scientific supervisor – Klimenkov K.P.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Epigenetic mechanisms of ionizing radiation (DNA methylation, histone modifications, microRNAs) that underlie off-target effects—the bystander phenomenon and transgenerational genomic instability—are discussed. The clinical significance of these changes as biomarkers and targets for personalized radiation therapy and radioprotection is also explored. Unresolved issues of dose dependence and the inheritance of epimutations in humans are also highlighted. **Key words:** ionizing radiation, radiation epigenetics, DNA methylation, histone modifications, microRNA, off-target effects, bystander effect, transgenerational genomic instability.*

Введение. Ионизирующее излучение традиционно рассматривается как мутагенный фактор, вызывающий необратимые повреждения структуры ДНК. Однако в последние десятилетия накоплено данных, свидетельствующих о существовании не менее важного механизма биологического действия радиации – эпигенетического. Радиационная эпигенетика изучает изменения в экспрессии генов, не связанные с изменением первичной нуклеотидной последовательности, но способные устойчиво передаваться в ряду клеточных делений и даже между поколениями. Эти изменения включают метилирование ДНК, модификации гистонов и регуляторные РНК. Актуальность данного направления обусловлена необходимостью объяснения нетаргетных эффектов облучения (эффект свидетеля, геномная нестабильность), а также поиском новых биомаркеров и мишеней для лучевой терапии и радиационной защиты.

Материал и методы исследования. При выполнении этой работы использовались материалы из интернет-источников, обзора литературы по данной проблематике [1-5]. В основу методологии легли методы анализа, синтеза, сравнения и обобщения.

Результаты исследований. Было определено, что ионизирующее излучение индуцирует стабильные изменения метилирования ДНК: глобальное гипометилирование генома и локальное гиперметилирование промоторов генов-супрессоров опухолей и генов репарации.

Выявлена дозовая зависимость гиперметилирования ряда генов, сохраняющаяся спустя десятилетия после облучения, что подтверждает роль эпигенетических нарушений в отдаленной радиационной патологии. Немишеные эффекты радиации (нестабильность генома, эффект свидетеля, трансгенерационные эффекты) опосредованы эпигенетическими механизмами, что объясняет системный характер реакции организма на облучение. А с помощью морфоденситометрии

зафиксированы стойкие структурные изменения хроматина в клетках лиц, подвергшихся хроническому низкодозовому облучению, что свидетельствует о долговременных эпигенетических перестройках.

Заключение. Радиационная эпигенетика расширяет классические представления о биологических эффектах ионизирующего излучения. Она показывает, что последствия облучения не исчерпываются мутациями в ДНК, а включают сложную сеть стойких регуляторных изменений, способных распространяться на необлученные клетки и последующие поколения их. Эти знания важны для пересмотра системы радиационной защиты, совершенствования лучевой терапии и разработки новых средств противолучевой защиты. Интеграция эпигенетических подходов в радиобиологию является одним из приоритетных направлений современной науки.

Литература.

1. Молекулярная биология клетки (Molecular Biology of The Cell) : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : пер.с англ. : в 3 т. Т. II / Б. Альбертс [и др.] ; пер.: А. Н. Дьяконова, А. В. Дюба ; ред.: Е. Н. Богачева, И. Н. Шатский. - Москва : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2013. - 774-1736 с.

2. Молекулярная биология клетки (Molecular Biology of The Cell) : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : пер.с англ. : в 3 т. Т. I / Б. Альбертс [и др.] ; пер.: А. А. Светлов, О. В. Карлова ; ред.: А. А. Миронов, Л. В. Мочалова. - Москва : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2013. - 773 с.

3. Бокуть, С. Б. Молекулярная биология. Молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации : учебное пособие для студентов вузов по специальности "Радиология и радиобиология" / С. Б. Бокуть, Н. В. Герасимович, А. А. Милютин. - Минск : Вышэйшая школа, 2005. - 463 с.

4. Падутов, В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е. Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воропаев ; Институт леса НАН Беларуси, Гомельский государственный медицинский университет. - Минск : Юнипол, 2007. - 175 с.

5. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 139 с.