

РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ: РАЗРАБОТКА ЛЕКАРСТВ И ПРОДУКТОВ, ПОМОГАЮЩИХ ПРОТИВОСТОЯТЬ РАДИАЦИИ

Турейко М.А., Чернянин В.И.

Научный руководитель – Клименков К.П.

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

*В работе рассмотрены основные механизмы радиационного поражения организма: повреждение ДНК, нарушение клеточных функций и окислительный стресс. Представлена классификация радиозащитных средств, включающая антиоксиданты (витамин С, витамин Е, глутатион, N-ацетилцистеин), радиопротекторы (амифостин, цистамин), средства для репарации ДНК (ингибиторы PARP, ATM и ATR) и стимуляторы клеточной регенерации (факторы роста EGF, FGF). Отдельное внимание уделено продуктам питания, обладающим радиозащитными свойствами. Показано, что комбинированное применение различных средств повышает эффективность защиты. Обсуждены вопросы безопасности, побочные эффекты и перспективы разработки радиопротекторов нового поколения. **Ключевые слова:** ионизирующее излучение, радиопротекторы, антиоксиданты, повреждение ДНК, окислительный стресс, репарация, радиозащитные продукты, амифостин.*

RADIATION EFFECT ON THE ORGANISM: DEVELOPMENT OF DRUGS AND PRODUCTS HELPING TO RESIST RADIATION

Tureyko M.A., Chernyanin V.I.

Scientific supervisor–Klimenkov K.P.

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

*The paper considers the main mechanisms of radiation damage to the body: DNA damage, cell dysfunction and oxidative stress. A classification of radioprotective agents is presented, including antioxidants (vitamin C, vitamin E, glutathione, N-acetylcysteine), radioprotectors (amifostine, cystamine), DNA repair agents (PARP, ATM and ATR inhibitors) and cell regeneration stimulators (growth factors EGF, FGF). Special attention is paid to food products with radioprotective properties. It is shown that the combined use of different agents increases the effectiveness of protection. Safety issues, side effects and prospects for the development of a new generation of radioprotectors are discussed. **Keywords:** ionizing radiation, radioprotectors, antioxidants, DNA damage, oxidative stress, repair, radioprotective products, amifostine.*

Введение. Ионизирующее излучение представляет серьёзную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Источниками радиации являются солнечное излучение, космические лучи, рентгеновские аппараты, ядерные реакторы и радиоактивные материалы. Воздействие радиации может привести к повреждению ДНК, нарушению клеточных функций, развитию острой и хронической лучевой болезни, катаракты и злокачественных новообразований. В связи с этим разработка эффективных радиозащитных средств является актуальной задачей современной радиобиологии и медицины. Целью настоящей работы является систематизация данных о механизмах радиационного поражения и современных подходах к фармакологической и нутритивной радиозащите.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на основе анализа научной литературы по радиобиологии, радиационной фармакологии и нутрициологии. Использованы данные отечественных и зарубежных исследований, посвящённых механизмам действия ионизирующего излучения, а также экспериментальным и клиническим данным по эффективности радиопротекторов, антиоксидантов и пищевых продуктов с радиозащитными свойствами [1-3]. Применялись методы контент-анализа, систематизации и сравнительного анализа.

Результаты исследований. Установлено, что основными механизмами радиационного поражения являются повреждение ДНК (одно- и двунитевые разрывы, модификация азотистых оснований) вследствие действия свободных радикалов; нарушение клеточных функций (повреждение мембран и митохондрий, снижение синтеза АТФ, дисфункция ферментов); окислительный стресс, приводящий к воспалению и дальнейшему повреждению клеточных структур. Исходя из этого в зависимости от механизма действия радиозащитные средства лучше разделить на группы:

антиоксиданты (витамин С, витамин Е, глутатион, N-ацетилцистеин), нейтрализующие свободные радикалы и восстанавливающие антиоксидантную защиту; радиопротекторы (амифостин, сульфат бария, цистамин), активирующие антиоксидантные системы или создающие физический барьер. Далее средства для репарации ДНК (ингибиторы PARP, ингибиторы АТМ и АТР), способствующие более эффективному восстановлению генетического материала и стимуляторы клеточной регенерации (эпидермальный фактор роста EGF, фактор роста фибробластов FGF), ускоряющие восстановление облучённых тканей.

Установлено, что продукты питания, богатые антиоксидантами (цитрусовые, орехи, шпинат, авокадо, чеснок, брокколи, зелёный чай), могут играть важную роль в снижении последствий хронического низкоинтенсивного облучения, однако не заменяют специализированные радиопротекторы при остром облучении.

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.*