

Около половины опрошенных (46,8%) считают, что вода также может быть источником радиации, причем уровень радиации будет зависеть от местонахождения источника воды. Более половины участников опроса (59,7%) пришли к выводу, что продукты питания могут являться природными источниками радиации, при этом отметив зависимость уровня их радиоактивности от места произрастания.

Высокий процент (94,2%) опрошенных людей осведомлен о том, что ядерные реакторы являются источниками радиации для населения. Также 90,9% респондентов знают, что рентгенодиагностические исследования представляют собой источник ИИ.

Вывод. Осознание того, что население Земли подвержено ежедневному радиационному воздействию (как естественного, так и искусственного происхождения), есть у 76% анкетируемых. Однако, часть респондентов (24%) демонстрируют отсутствие знаний, либо ложные убеждения по данному вопросу. Учитывая высокий рост научных технологий и количества медицинских манипуляций, представляется достаточно важным проведение просветительской работы среди населения о возможных источниках ИИ и последствиях их воздействия.

ВЗАИМОСВЯЗЬ НАРУШЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА, АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В ТКАНИ КИШЕЧНИКА ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ В ДОЗЕ 1 ГР

Н.С. Мышковец¹, А.С. Бабенко², Л.Н. Алексейко¹

¹УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь;

²ГУ «РНПЦ Кардиология», г. Минск, Беларусь

Ткань тонкого кишечника, состоящая из гетерогенной популяции постоянно обновляющихся клеток, считается чувствительной к радиационному воздействию [Sato, Taku et al., 2020]. Важную роль в реакции кишечной ткани на воздействие ионизирующего излучения играют митохондрии. В обзоре [Rong, Jianhuang et al., 2025] описаны нарушения, возникающие в структуре и функции митохондрий различных тканей в том числе и кишечника, после действия радиации. Основные метаболические эффекты в кишечной ткани мышей проявляются в подавлении работы комплексов митохондриальной дыхательной цепи, снижении внутриклеточного уровня АТФ, ингибиции экспрессии и уменьшении количества копий митохондриальных генов, усиливании окислительного стресса и активации воспалительных реакций, а также в нарушении целостности кишечного барьера. Именно функциональная активность митохондрий исключительно важна в клеточной регуляции и медиации воспалительного процесса [Novak, Mollen, 2015; Samoilă, Iuliana et al., 2020; Smith, Sarah et al., 2021; Ho, Theiss, 2022; Sánchez-Quintero et al., 2023]. Нарушение энергетической функции митохондрий приводит к продукции активных форм кислорода на фоне снижения антиоксидантной системы [Kawamura, Kasumi et al., 2018]. Возникает повышение транс- и парацеллюлярной проницаемости эпителия ведущее к транслокации бактерий и люминальных антигенов [Костоглод, 2021; Kim, 2018]. Инфильтрация лейкоцитов, макрофагов и нейтрофилов во время воспаления может дополнительно усилить продукцию митохондриями ткани кишечника активных форм кислорода (АФК), как через ферменты респираторного взрыва, так и через метаболизм простагландинов и лейкотриенов [Schoultz, 2019; Novak, 2015], вызывая активацию окислительных процессов.

Ранее нами было показано изменение энергетического гомеостаза и степени сопряжения окисления и фосфорилирования в кишечной ткани крыс при воздействии внешнего облучения в дозе 0,5 и 1 Гр. Однако недостаточно изучена связь между нарушением энергетического обмена, воспалительными реакциями и антиоксидантной защитой в ткани тонкого кишечника.

Целью исследования явилась оценка уровня тканевого дыхания, анти/прооксидантной активности в ткани кишечника крыс в различные сроки после внешнего облучения 1 Гр.

Лабораторные крысы-самцы (возраст 4 месяца) разделили на две группы (опыт и контроль). Опытную группу крыс однократно облучили на установке «ИГУР-1», источник ¹³⁷Cs, мощность дозы 0,92 Гр/мин. Животные выводились из эксперимента на 3-е, 10, 30 и 60 сутки после облучения мгновенной декапитацией. Отрезки тонкого кишечника промывали, выворачивали наизнанку и помещали в охлаждённый раствор Хенкса. Тканевое дыхание оценивали полярографическим методом на устройстве «Record-4» в ячейке объемом 2 мл закрытым платиновым электродом Кларка при 25°C. В гомогенатах ткани кишечника (предварительно обработанных жидким азотом) определяли анти/прооксидантную активность по реакции аутоокисления адреналина [Сирота, 2000]. Нормальность распределения данных рассчитывали с по-

мощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для статистической обработки применяли непараметрические критерии (программа GraphPad Prism 4). Различия между контрольной и опытными группами считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и выводы: установлена высокая скорость потребления кислорода фрагментами слизистой тонкого кишечника контрольной группы животных, составляющая 9,44 [7,21; 12,87] нмоль $O_2/\text{мин} \times \text{мг}$ белка. После облучения 1 Гр на 3 сутки отмечалось снижение показателя эндогенного дыхания на 36% ($p < 0,01$) по сравнению с контрольной группой. Выявлено достоверное ($p < 0,001$) увеличение интенсивности аутоокисления адреналина превышающее контрольное значение на 177%. Замедление интенсивности поглощения кислорода фрагментами ткани на фоне увеличения скорости окисления адреналина отражает нарушения в системе митохондриального дыхания кишечника, связанные, по нашему мнению, с утечкой электронов в дыхательной цепи и усилением окислительных процессов.

На 10 сутки после облучения 1 Гр выявили увеличение ($p < 0,001$) уровня эндогенного дыхания на 56% по сравнению с контролем. Интенсивность реакции аутоокисления адреналина превысила контрольное значение на 263% ($p < 0,05$). Можно предположить, что идёт компенсация повреждения митохондрий и снижения выработки АТФ за счёт усиленного потребления кислорода тканью.

В более поздние сроки наблюдения показатель дыхания ткани кишечника на эндогенных субстратах соответствовал контрольным значениям на 30 сутки, превышение на 15% зафиксировано к 60 суткам наблюдения. Также в данный срок выявлено значительное увеличение интенсивности аутоокисления адреналина, превышающее контрольные показатели на 300%. При этом в первичных культурах перитонеальных макрофагов регистрировали повышенные уровни базальной продукции АФК, что свидетельствует об активации этих клеток и развитии воспалительных реакций в данный период эксперимента.

После внешнего облучения 1 Гр ткань демонстрирует сложный адаптивный ответ, отражающий связь между энергетическим гомеостазом, анти/прооксидантным статусом и воспалительными реакциями в тонком кишечнике. Нарушение структуры и функции митохондрий влечёт дефицит энергии, что существенно снижает репаративный потенциал слизистой, приводя к повышению кишечной проницаемости и усилению окислительных процессов, которые на фоне понижения антиоксидантной способности ткани усугубляют митохондриальное повреждение. Выявленные в ранние и поздние сроки после воздействия облучения 1 Гр изменения тканевого дыхания, анти/прооксидантной активности в ткани кишечника крыс значимы для понимания его радиочувствительности.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ — РЕЗУЛЬТАТЫ УЧАСТИЯ В 8-М МЕЖДУНАРОДНОМ СИМПОЗИУМЕ МКРЗ

Е.В. Николаенко, А.А. Суходольская

ГУ «РЦ гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Беларусь

7-9 октября 2025 года состоялся 8-й Международный симпозиум Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ), которая является независимой международной организацией и состоит из главной комиссии и пяти комитетов: по радиационной защите, по дозам радиационного воздействия, по защите в медицине, по применению рекомендаций МКРЗ и по защите окружающей среды.

Программа симпозиума включала следующие темы: радиационная защита пациентов, новые вычислительные фантомы в дозиметрии, использование искусственного интеллекта, новые концепции МКРЗ по использованию рабочих величин для измерения эффективной дозы облучения и другие вопросы.

В рамках симпозиума сотрудниками лаборатории радиационной безопасности ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» были сделаны следующие доклады:

- Николаенко Е.В. — об опыте Республики Беларусь по внедрению концепции граничной дозы в регуляторную систему,
- Суходольская А.А. — о результатах исследований по разработке метода прогнозирования доз облучения участников пожаротушения в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.

Всего в мероприятии участвовало около 500 участников из 50 стран. Симпозиум собрал ведущих экспертов, исследователей и профессионалов со всего мира для обсуждения инноваций, обмена передовым опытом и изучения устойчивых подходов в области радиационной защиты.

По результатам участия в симпозиуме хотелось бы отметить основные новые тенденции в походах к обеспечению радиационной защиты.