

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ МИТОХОНДРИАЛЬНЫМ ОКИСЛЕНИЕМ И
НЕКОТОРЫМИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
СЛИЗИСТОЙ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА В РАЗЛИЧНЫЕ СРОКИ
ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ В ДОЗЕ 1 ГР**

Мышковаец Н.С.

*ассистент кафедры биологической химии учреждения образования
«Гомельский государственный медицинский университет»,
г. Гомель, Беларусь
jasjan@mail.ru;*

В данной статье описаны результаты исследования по влиянию внешнего облучения в дозе 1 Гр на уровень митохондриального окисления кишечной слизи. Изучена взаимосвязь между изменением интенсивности эндогенного дыхания и морфометрическими характеристиками слизистой тонкого кишечника в разные сроки после однократного внешнего облучения в дозе 1Гр. Показано негативное влияние на изучаемые параметры внешнего облучения.

***Ключевые слова:** тонкий кишечник; митохондриальное окисление; толщина кишечной слизи; внешнее облучение*

**THE RELATIONSHIP BETWEEN MITOCHONDRIAL OXIDATION
AND SOME MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE SMALL
INTESTINE MUCOSA AT VARIOUS TIMES AFTER IRRADIATION AT A
DOSE OF 1 GY**

Myshkovets N.S.

*Assistant of the Department of Biological Chemistry of the educational
institution "Gomel State Medical University",
Gomel, Belarus jasjan@mail.ru;*

This article describes the results of a study on the effect of external radiation at a dose of 1 Gy on the level of mitochondrial oxidation of the intestinal mucosa. The relationship between changes in the intensity of endogenous respiration and morphometric characteristics of the small intestine mucosa at different times after a single external irradiation at a dose of 1 G was studied. The negative influence on the studied parameters of external irradiation is shown.

***Keywords:** small intestine; mitochondrial oxidation; intestinal mucosa thickness; external irradiation*

Многие диагностические и лечебные процедуры включают методики, связанные с облучением брюшной полости. Одной из наиболее радиочувствительных тканей при этом оказывается слизистая тонкого кишечника. Поскольку кишечный эпителий обладает высокой пролиферативной активностью, относится к тканям с интенсивным кровоснабжением и оксигенацией. Высокий уровень пролиферации способен обеспечить

непрерывное обновление энтероцитов и их внутриклеточных структур. Однако, при облучении возможно повреждение также криптогенных клеток слизистой, в связи с чем происходит неполное восстановление эпителиального слоя, результатом могут явиться нарушения основных функций кишечной слизистой. Эффективность репаративных процессов, являющаяся исключительно энергозатратным механизмом, зависит от состояния митохондриального окисления ткани. Уровень эндогенного дыхания любой ткани считается интегральным показателем, позволяющим оценить целостность митохондриальных мембран, количественное соотношение внутримитохондриальных субстратов тканевого дыхания, активность транспортных систем и дегидрогеназ дыхательной цепи.

Соответственно целью исследования явилось изучение уровня эндогенного дыхания препаратов тонкого кишечника и некоторых морфометрических показателей кишечной слизистой: толщина слизистой оболочки (ТСО), глубина крипт, высота покровного эпителия и собственная пластинка слизистой оболочки в разные сроки после воздействия однократного внешнего облучения в дозе 1 Гр. В данной статье рассмотрена взаимосвязь между уровнем эндогенного дыхания и толщиной слизистой оболочки тонкого кишечника в различные сроки после внешнего γ -облучения в дозе 1 Гр.

Исследование проводилось на 75 беспородных крысах самцах массой 180 – 200 г, разделенных на контрольную и опытную группы. Опытную группу животных однократно облучили на установке «ИГУР-1», источник ^{137}Cs в дозе 1 Гр, мощность дозы 0,92 Гр в минуту. Контрольная группа животных содержалась в стандартных условиях вивария. При проведении экспериментов были соблюдены принципы гуманности, изложенные в директивах Европейского сообщества и Хельсинкской декларации, и требования правил проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Животных декапитировали на 3-е, 10, 30, 40, 60 и 90 сутки после облучения. Исследуемые образцы получали из тонкой кишки, которую изолировали (первые 10 см от желудка), выворачивали «наизнанку», отмывали охлажденным физиологическим раствором, делили на равные отрезки (1,5 – 2 мм). Изучение параметров тканевого дыхания проводили полярографическим методом на устройстве Record 4 (РФ) в ячейке объемом 2 мл закрытым платиновым электродом Кларка при 25 °С [1]. Скорость дыхания фрагментов кишечника на эндогенных субстратах ($V_{\text{энд}}$) выражали в нмоль атом кислорода за 1 минуту на мг белка. Содержание белка в препаратах тонкого кишечника определяли биуретовым методом. Гистологические срезы, окрашенные по общепринятым методикам, исследовались современными морфометрическими программами. Статистически результаты обрабатывали с использованием непараметрических критериев (программы GraphPad Prism 4 и Excel).

Полученные в результате исследования данные по влиянию внешнего γ -облучения в дозе 1 Гр на изучаемые показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровень эндогенного дыхания фрагментов тонкого кишечника и толщина слизистой оболочки в различные сроки после внешнего γ -облучения в дозе 1 Гр

Сутки после внешнего γ -облучения в дозе 1Гр	Уровень эндогенного дыхания, нмоль O_2 /мин \times мг белка		Толщина слизистой оболочки, мм	
	Контрольная группа (n = 25)	Опытная группа (n = 50)	Контрольная группа (n = 25)	Опытная группа (n = 50)
3 – ие	10,08 \pm 2,07	6,46 \pm 0,92*	2,36	2,50
10 – ые		14,87 \pm 3,84		2,59
30 – ые		7,16 \pm 1,19		2,34
40 – ые		13,96 \pm 1,49*		1,88
60 – ые		13,33 \pm 1,91		2,92
90 – ые		14,66 \pm 1,76*		2,76

Примечание: * - $p < 0,05$

Проведённое исследование показало высокий уровень дыхательной активности препаратов кишечника контрольной группы животных ($V_{энд}$ 10,08 \pm 2,07 нмоль O_2 /мин \times мг белка). Важно отметить, что эксперимент проводился на тканевых фрагментах, показатели тканевого дыхания которых наиболее точно соответствуют физиологическим условиям функционирования органа. Высокий уровень эндогенного дыхания ткани свидетельствует в пользу интактности препарата [2].

В течение первых дней после облучения в тонкой кишке развивается ряд метаболических нарушений: расстройства микроциркуляции, изменения в строении ворсинок и крипт, структуре и свойствах апикальной и базолатеральной мембранах энтероцитов, что может привести к некрозу и возникновению эрозий [3]. На 3 сутки после радиационного воздействия в дозе 1 Гр скорость дыхательной активности на эндогенных субстратах достоверно снижалась ($V_{энд}$ 6,46 \pm 0,92 нмоль O_2 /мин \times мг белка) по сравнению с контролем. При этом у облучённых животных наблюдалось некоторое утолщение слизистой оболочки: с 2,36 мм в контроле до 2,50 мм в опытной группе. Угнетение скорости митохондриального окисления может быть связано, по нашему мнению, с истощением внутриклеточных субстратов эндогенного дыхания или собственно количества энтероцитов под действием внешнего γ -облучения в дозе 1 Гр. Наблюдаемое при этом увеличение ТСО может являться адаптационной реакцией, необходимой для компенсации дефицита эндогенных субстратов.

На 10 сутки наблюдалась стимуляция дыхательной активности ($V_{энд}$ 14,87 \pm 3,84 нмоль O_2 /мин \times мг белка), что может объясняться усилением репаративных процессов и соответственно увеличением кровоснабжения и оксигенации кишечника в указанные сроки после облучения. Предположительно при данном

воздействии в значительной мере активизируется фагоцитоз, который сопровождается «респираторным взрывом» – резким (2-х – 3-х кратным) увеличением потребления кислорода фагоцитирующими клетками [4].

На 40 сутки отмечалась достоверная стимуляция митохондриального окисления, при этом уровень дыхания на эндогенных субстратах составил $13,96 \pm 1,49$ нмоль O_2 /мин \times мг белка. Данная тенденция сохранялась и в более поздние сроки эксперимента: изучаемый показатель оставался повышенным через два и три месяца после радиационного воздействия. Также отмечалось дальнейшее утолщение ТСО до 2,92 мм максимально на 60 сутки эксперимента. Минимальная толщина слизистой оболочки составила 1,88 мм на 40-е сутки после облучения, что указывает на значительные морфологические изменения именно в данный период после облучения. Статистически достоверных отличий ТСО в эксперименте не было выявлено. Однако можно предположить, что наблюдаемое утолщение кишечной слизистой на определённых этапах эксперимента является определённым морфологическим признаком активации компенсаторно-приспособительных механизмов тонкой кишки, направленных на увеличение и усиление кишечного барьера.

Важным звеном радиационно-индуцированного повреждения энтероцитов является нарушение процессов митохондриального окисления, что обусловлено исключительно высокой энергозатратностью репаративных процессов. Наблюдаемые после облучения в дозе 1 Гр изменения уровня эндогенного дыхания и морфометрических параметров фрагментов кишечной слизистой с течением времени носят немонотонный характер: выявлено двухфазное увеличение митохондриальной активности на 10 и 40 сутки.

Список литературы

1. Франк Г. М. Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом. М., 1973.
2. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учеб. пособие / Е. В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А. А. Чиркина. – Минск: Выш. шк., 2013. – 491 с.
3. Хижняк С. В. [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. Т. 39, №6. С. 644-647.
4. Droge W. // *Physiol. Rev.* 2002. Vol. 82, №1. P. 47-95.