

**Влияние облучения крови мышцы рентгеновским излучением в дозе 0,5 Гр на упругие свойства экзосом из её плазмы**

<sup>1</sup>ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Республика Беларусь

В последние годы увеличивается количество диагностических и лечебных процедур с использованием рентгеновского излучения, проходящих на одного жителя Республики Беларусь. Экзосомы, являющиеся везикулами размером от 30 до 150 нм с жидким содержимым и ограниченной мембранной, потенциально могут изменять свои свойства после радиационного воздействия на клетки и ткани человеческого организма. Экзосомы с измененными свойствами могут быть одними из ключевых участников механизмов развития радиационных эффектов, отдаленных как по времени, так и пространственно от места локализации первичного радиационного воздействия. Если на настоящий момент влияние рентгеновского излучения на механические свойства клеток мало изучено, то его влияние на свойства экзосом не изучалось вовсе. В биомедицинской литературе постулируется, что биомеханические свойства (то есть, деформируемость, жесткость, эластичность) клеток крови являются важным биомаркером и предиктором эффективности кровообращения.

**Цель** – выявить изменение параметров геометрических и механических свойств экзосом после облучения цельной крови мышцы линии C57BL/6 рентгеновским излучением в дозе 0,5 Гр методом атомно-силовой микроскопии.

Облучение рентгеновским излучением опытных образцов проводилось с помощью рентгеновской установки X-RAD 320 для облучения биологических образцов и мелких лабораторных животных. Доза облучения исследуемых образцов составляла 0,5 Гр (напряжение на трубке 320 кВ, мощность 0,97 сГр/мин). Экзосомы выделяли из плазмы крови методом последовательного ультрацентрифугирования. Полученные экзосомы ресуспендировали в фосфатно-солевом буферном растворе и наносили на поверхность свежесколотой слюды со слоем поли-L-лизина. Сканирование проводили в фосфатно-солевом буферном растворе в режиме PeakForce QNM иглой-зондом SCANASYST-FLUID+ (радиус закругления 2 нм) на атомно-силовом микроскопе BioscopeResolve (Bruker). Сканировали участки размером 250-1000 нм со скоростью 0,9 Гц с пиковой силой 0,15-0,20 нН и амплитудой 100-150 нм. Полученные АСМ-изображения анализировали в программе NanoScope Analysis 1.9.

Экзосомы из плазмы крови мыши, адгезированные к поверхности слюды со слоем поли-L-лизина, представляли собой полусферы с диаметром 74,35 (66,17;88,74) нм. Экзосомы из плазмы крови после её облучения рентгеновским излучением характеризовались большей «размытостью» формы и усложнением рисунка пространственного распределения их упругих свойств на полученных АСМ-изображениях. Статистически значимых отличий диаметра экзосом из плазмы облученной крови и контрольного образца крови не обнаружено. Диаметр экзосом опытной выборки - 67,89 (59,73; 85,19) нм,  $p > 0,05$  U-критерий Манна-Уитни в сравнении с параметром контрольной выборки. В тоже самое время, для экзосом из плазмы облученной крови выявлено существенное увеличение жёсткости их поверхности: значение модуля Юнга для опытной выборки - 2,15 (1,54; 4,03) МПа, для контрольной выборки – 1,37 (0,97;1,51) МПа ( $p = 0,009$  U-критерий Манна-Уитни).

Таким образом, впервые оценены упругие свойства экзосом из плазмы крови после воздействия на цельную кровь рентгеновским излучением. Установлено, что в дозе 0,5 Гр рентгеновского излучение вызывает существенное увеличение модуля упругости поверхности экзосом, выделенных из плазмы крови мыши линии C57BL/6.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (№ договора Б20Р-427).