

Вестн. Ом. ун-та. 2008. № 3. С. 35–38.

УДК 548.5.543.2

Н.А. Семиколенова, Д.А. Ходосевич

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ γ -КВАНТОВ НА КЛЕТКИ КРОВИ

This article is devoted to research of γ -quanta's impact on blood cells.

Введение

Лучевая терапия – один из наиболее распространенных методов коррекции патологических состояний в онкологии. Воздействие фотонов высоких энергий разрушает опухолевые клетки, но одновременно повреждает здоровые ткани и органы. Разработка эффективных, но щадящих методов лучевой терапии невозможна без средств направленного контроля и направленного изменения чувствительности клеток и тканей к радиационному воздействию. Несмотря на большое количество работ, массивы фактического материала, радиобиологией не получен однозначный ответ на вопрос о главных механизмах поражающего действия радиации.

Для выявления механизмов действия радиации на многоклеточные организмы большое значение имеют исследования на клеточном и субклеточном уровне. Значительные морфологические и функциональные нарушения наблюдаются во всех кроветворных органах. Причем изменения в системе крови можно обнаружить вскоре после действия радиации и при относительно небольших дозах излучения. Настоящая работа посвящена исследованию воздействия γ -квантов на клетки крови.

Исследования проводились в Омском онкологическом диспансере. Для первичного анализа была выбрана группа из 70 человек, затем сформирована группа из 14 человек с воспроизводимыми параметрами (в основном II и III стадии заболевания). При облучении проводились контрольные измерения: определялась концентрация эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов, концентрация гемоглобина и скорость оседания эритроцитов.

Наибольшую информацию о состоянии организма можно получить из общего анализа крови больного. Этот вид исследования широко внедрен во все клиники страны и обладает высокой точностью (погрешность менее 5 %).

Целью данной работы является исследование изменения параметров крови, в частности концентрации клеток крови (эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов), концентрации гемоглобина и скорости оседания эритроцитов от локальной дозы облучения при лечении рака легкого.

Процессы поглощения γ -излучения

Поглощение γ -излучения в веществе подчиняется закону

$$I = I_0 e^{-NSl}, \quad (1)$$

где I и I_0 – соответственно значения интенсивности излучения до и после прохождения через слой толщиной l ; N – число поглощающих частиц; S – сечение, характеризующее вероятность поглощения.

Энергия квантов γ -излучения поглощается веществом в результате одного из следующих процессов.

1) *Фотоэлектрический эффект* (фотоэффект) состоит в том, что квант излучения полностью передает энергию атому; этой энергии достаточно для того, чтобы атом испустил электрон. В результате фотоэффекта из атома высвобождается электрон, обладающий запасом кинетической энергии, равным энергии падающего кванта $h\nu$ за вычетом энергии связи электрона с соответствующим атомом или молекулой:

$$E_{\text{кин.электрона}} = h\nu - E_{\text{связи}}. \quad (2)$$

2) *Эффект Комптона* – результат упругого соударения кванта излучения со свободным электроном. При этом квант отдает электрону не всю энергию, а лишь некоторую ее часть, сам он продолжает движение в качестве рассеянного кванта в новом направлении и с меньшей энергией.

3) *Эффект образования электронно-позитронных пар*. Если энергия падающего кванта превышает 1,022 МэВ, возможен третий тип взаимодействия – эффект образования электронно-позитронных пар.

Вся энергия падающего кванта используется на образование пары, причем энергия, равная 1,022 МэВ, всегда преобразуется в «массу покоя» элементарных частиц, а остаток – в их кинетическую энергию. Суммарную кинетическую энергию пары можно определить по формуле

$$E_{\text{кин}_+e^+} + E_{\text{кин}_-e^-} = h\nu - 1,022 \text{ (МэВ)}. \quad (3)$$

В результате аннигиляции электрона и позитрона образуется γ -квант, способный передать энергию молекулам клеток за счет комптоновского и фотоэффекта [1].

Органы кроветворения наиболее радиочувствительны, поражение костного мозга, тимуса, селезенки, лимфатических узлов является одним из важнейших проявлений острой лучевой болезни. Значительные мор-

фологические и функциональные нарушения наблюдаются во всех кроветворных органах, причем изменения в системе крови можно обнаружить вскоре после действия радиации и даже при относительно небольших дозах облучения [2].

Существующая связь между дозой облучения, числом погибших клеток и началом регенерации в костном мозге, тимусе, селезенке, лимфатических узлах позволяет использовать величину общего количества клеток в кроветворной ткани в единице ее объема в качестве надежного количественного критерия оценки тяжести лучевого поражения организма в определенные сроки после облучения.

Техника и методика исследования

Исследования проводились в Омском онкологическом диспансере при лечении больных на линейном ускорителе электронов СЛ75–5–МТ. Медицинский линейный ускоритель электронов СЛ75–5–МТ является изотропической ротационной мегавольтовой терапевтической установкой, предназначенной для лучевой терапии γ -излучением. Ускоритель обеспечивает терапию стационарным полем с любым углом излучения и дуговую терапию. Линейный ускоритель генерирует γ -излучение с максимальной энергией фотонов 6 МэВ при средней энергии 3 МэВ и обеспечивает максимальную мощность поглощенной дозы в изоцентре на расстоянии 1 метра от мишени в пределах 3,5–5 Гр/мин.

В Омском областном клиническом онкологическом диспансере выбрана группа больных раком легкого в возрасте до 60 лет, проходивших лечение в 2006 г. Результаты исследований крови представлены в виде графиков (рис. 1, 2).

После облучения в кроветворных органах происходят два противоположно направленных процесса: с одной стороны, наблюдается ускоренное формирование клеток за счет быстрого созревания всех клеточных элементов, а с другой – торможение образования новых клеток из недифференцированных предшественников и распад клеток [3]. Этим и объясняют смену в периферической крови повышенного содержания клеточных элементов цитопении, такая смена происходит одновременно для разных клеток крови. При различных стадиях заболевания поведение параметров крови и их зависимости от дозы облучения неоднозначно, но подтверждено общим тенденциям.

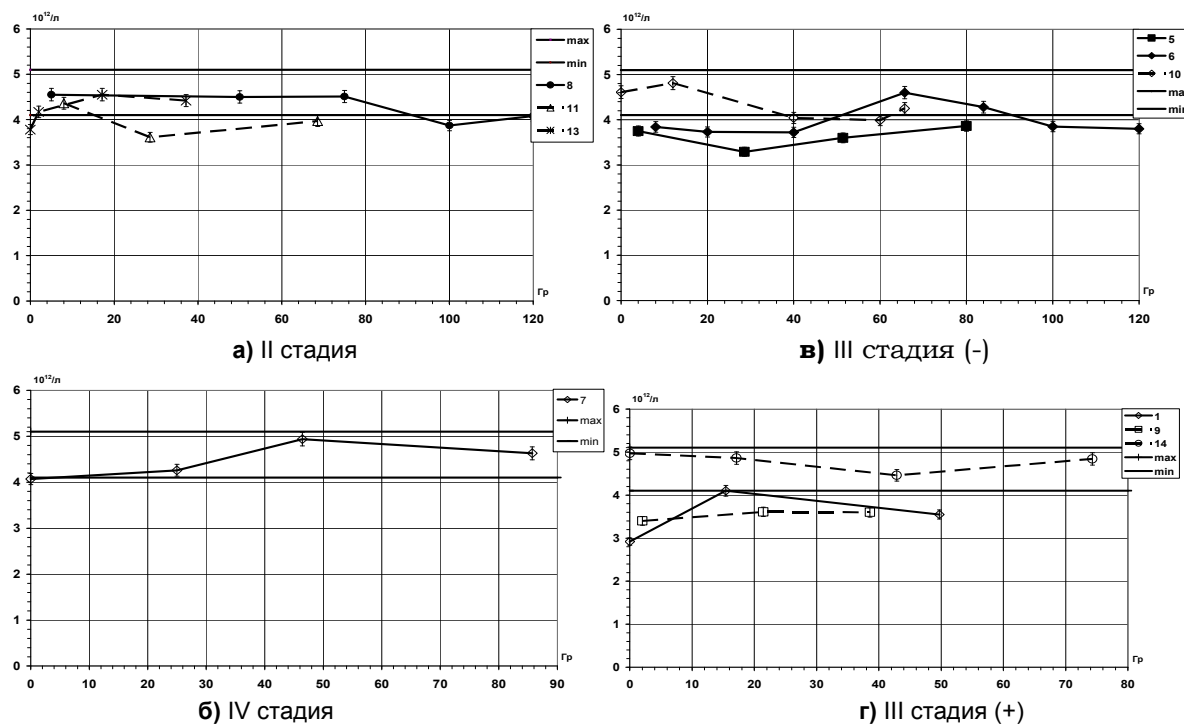


Рис. 1. Зависимости количества эритроцитов от полученной локальной дозы ионизирующего излучения при различных стадиях заболевания, (+) постоперационные

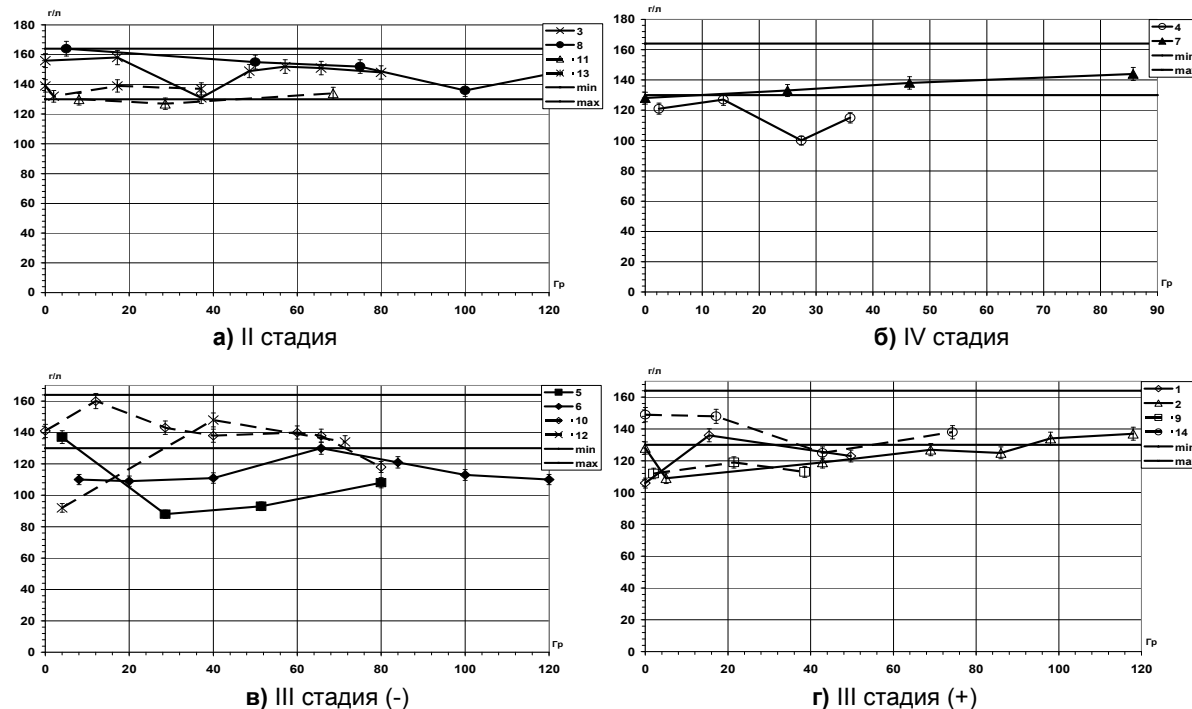


Рис. 2. Зависимости концентрации гемоглобина в крови от полученной локальной дозы ионизирующего излучения при различных стадиях заболевания, (+) постоперационные

Объяснением этого могут служить индивидуальные особенности организма,

индивидуальное медикаментозное лечение.

Выводы

Однозначную зависимость определенных параметров крови от дозы облучения можно выявить у группы с II стадией заболевания. Лейкоциты и тромбоциты существенно снижают своё количество по мере увеличения локальной дозы.

Концентрация эритроцитов и содержание гемоглобина требуют более подробного изучения и сопоставления между собой. Это утверждение следует из существенного разброса концентрации гемо-

глобина при незначительном колебании величины содержания эритроцитов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кудряшов Ю.Б. Основы радиационной биофизики / Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. М.: Издательство МГУ, 1982. 303 с.
- [2] Цыб А.Ф. Радиация и патология / Цыб А.Ф., Будагов Р. С., Замулаева И. А. и др. М.: Высшая школа, 2005. 341 с.
- [3] Консервативное лечение рака легкого / под ред. В.А. Горбуновой М.: издательство «Литтерра» (ГК «Бионика»), 2005. 127 с.