

**ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ КОСТНОЙ МЕТАСТАТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ**

Долгопятенко А.Д.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. биомедицинской инженерии,
тел. (057) 702-13-64, E-mail: hanna.dolhopiatenko@nure.ua

In this work individual approach to the patient with osteal metastatic illness is surveyed. This method consists of a research of status of bone marrow and obtaining information about trabecular osteal structures by results of an x-ray computer tomography. This approach ensures the determination of the individual dose loading on the bone marrow when planning interstitial radionuclide therapy.

Введение. Метастатическое поражение костей - одно из самых распространенных проявлений прогрессирования онкологического заболевания. Одним из относительно новых методов паллиативного лечения данного заболевания является радионуклидная терапия (РНТ), т е использование радиофармпрепаратов (РФП), обладающих способностью к избирательному накоплению в метастатических или воспалительно-деструктивных очагах в костной ткани. Благодаря наличию в своем составе бета-излучающих радионуклидов, РФП воздействуют непосредственно на патологические очаги, вызывая стойкое подавление болевого синдрома. Для улучшения соотношения «доза-миелотоксичность» и при этом снижения риска повреждения здоровых тканей необходимо рассчитывать объем области воздействия с помощью лабораторно-аналитических или визуализационных методов. На объем исследуемой области влияют антропометрические данные, поэтому практичнее всего использовать визуализационные методы (КТ, МРТ и т.д.). Однако, метастатические поражения из-за своего различного строения и случайного расположения в костных структурах усложняют анализ КТ-изображений. Поэтому уточнение индивидуальных показателей состояния красного костного мозга (ККМ) в процессе РНТ требует построения более сложных алгоритмов распознавания и количественной оценки состояния структур трабекулярной кости.

Цель работы. Поиск индивидуальных подходов количественной оценки состояния ККМ в поясничных позвонках пациентов с костной метастатической болезнью по результатам их КТ-визуализации для уточнения необходимой дозы РФП ^{153}Sm -оксабифор в РНТ костных метастазов.

Материалы и методы. Анализ КТ-параметров костного мозга проводился по КТ-срезам в области поясничных позвонков L1-L5 (рис.1). Один из таких параметров – объем трабекулярного вещества (TV, trabecular volume) – определялся путем оконтуривания и расчета внутреннего объема трабекулярной ткани позвонка на каждом КТ-срезе, за исключением внешней кортикальной кости и межпозвоночных дисков. Оконтуривание и расчет объемов выполнялся с помощью программной среды Eclipse, которая используется при планировании лучевой терапии.

Поглощенная доза на ККМ пациента рассчитывалась по формуле:

$$D_{\text{RM}} = \sum A_h \cdot S_{\text{RM} \leftarrow h}$$

где: A_h – кумулятивная активность ^{153}Sm в кортикальном и трабекулярном слое кости; $S_{\text{RM} \leftarrow h}$ – значения S-факторов для ^{153}Sm от поверхности трабекулярной и кортикальной кости (как органов-источников).

Результат. Эффективность лечения ^{153}Sm -оксабифором была оценена с использованием биокинетических моделей динамики накопления и выведения РФП. После введения РФП проводилась внешняя радиометрия тела больных. Первая радиометрия всего тела была выполнено через 0,5 ч после введения ^{153}Sm -оксабифора, вторая - сразу после первого мочеиспускания, последующие - от 1 часа до 5 суток. При каждом измерении было зафиксировано время проведения радиометрии.

Значения S-факторов для ^{153}Sm для стандартного мужчины и стандартной женщины, используемые при расчете поглощенной дозы на красный костный мозг, были взяты из табулированных таблиц «OLINDA/EXM», подготовленного комитетом MIRD. Согласно Публикации 70 МКРЗ было принято, что удержанная активность ^{153}Sm в костных тканях распределяется по поверхности трабекулярной и кортикальной кости в соотношении 61,8 % к 38,2% соответственно.

Для каждого конкретного пациента было проведено линейное масштабирование S-факторов, исходя из индивидуальной массы красного костного мозга пациента.

$$S_{(\text{BM} \leftarrow \text{BM})\text{patient}} = S_{(\text{BM} \leftarrow \text{BM})\text{phantom}} \times \frac{m_{\text{BM phantom}}}{m_{\text{BM patient}}},$$

Другой подход к расчету индивидуальных значений S-факторов предполагает масштабирование массы красного костного мозга пациента по данным о трабекулярном объеме позвонков поясничного отдела L₂-L₄:

$$m_{\text{BM patient}} = m_{\text{BM phantom}} \times \frac{V_{\text{траб patient}}}{V_{\text{траб phantom}}},$$

Индивидуальное значение S-факторов для каждого пациента с учетом трабекулярного объема позвонков L₂-L₄ рассчитывается по формуле:

$$S_{(\text{BM} \leftarrow \text{h})\text{patient}} = S_{(\text{BM} \leftarrow \text{h})\text{phantom}} \times \frac{V_{\text{траб patient}}}{V_{\text{траб phantom}}},$$

Согласно современным подходам к расчету поглощенной дозы на ККМ принято, что для референтного мужчины трабекулярный объем составляет 70 мл, для референтной женщины – 50 мл.

Суммарная поглощенная доза на красный костный мозг ($D_{\text{ККМ}}$) оценивалась как

$$D_{\text{ККМ}} = A_{\text{траб}} \times S_{\text{траб}} + A_{\text{корт}} \times$$

где: $A_{\text{траб}}, A_{\text{корт}}$ – кумулятивная активность в трабекулярной и кортикальности кости соответственно; $S_{\text{траб}}, S_{\text{корт}}$ – индивидуальные значения S-факторов для трабекулярной и кортикальности кости соответственно;

Для определения значимости исследования определена суммарная поглощенная доза с использованием трабекулярного объема референтного человека (для мужчины – 70 мл, для женщины – 50 мл) и трабекулярного объема, который был рассчитан индивидуально по КТ в программной среде Eclipse. Для исследования был взят мужчина. Проводя расчет с референтным объемом 70 мл, был получен результат: $D_{\text{ККМ}} = 2,147$ Гр. Используя индивидуальный подход и определив что объем трабекулярного вещества составляет 93,2 мл., было установлено что суммарная поглощенная доза в итоге составляет $D_{\text{ККМ}} = 1,612$ Гр, что значительно меньше предыдущего результата.

Вывод. Был предложен индивидуальный подход количественной оценки состояния красного костного мозга в поясничных позвонках пациентов с костной метастатической болезнью по результатам их КТ-визуализации, при помощи программы Eclipse, для оценки степени его поражения и уточнения необходимой дозы РФИ ^{153}Sm -оксабифор в РНТ костных метастазов.