

DOI: 10.17816/DD20212S216



# Трёхмерная конформная рентгенотерапия остеоартрита коленного сустава: радиобиологические предпосылки и анализ дозного распределения

Макарова М.В.<sup>1</sup>, Третьяков Д.Ю.<sup>2</sup>, Вальков М.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Архангельский клинический онкологический диспансер, Архангельск, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**ОБОСНОВАНИЕ.** Остеоартрит (ОА) — наиболее частая патология суставов из всех заболеваний ревматологического профиля. Стандартное медикаментозное лечение не всегда позволяет купировать болевой синдром. К альтернативным методам лечения болевого синдрома при ОА можно отнести ортовольтовую рентгенотерапию (ОВРТ), применяемую с 1970-х годов. В литературе указано, что лучевая терапия по поводу ОА безопасна [1, 2]. Исследования последних лет показали, что лучевое воздействие в разовых дозах менее 1 Гр может сопровождаться усилением биологических эффектов [3, 4]. Объём облучения области патологических изменений в суставе, вызывающих болевой синдром, при ОВРТ неконформен, что приводит к облучению рядом расположенных нормальных тканей вокруг сустава. Энергия излучения при ОВРТ не превышает 250 кэВ, в связи с чем возрастает лучевая нагрузка на кожу. Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ), медицинское облучение пациентов должно проводиться с минимальным объёмом [5].

**ЦЕЛЬ** — изложить методику планирования облучения пациентов с гонартризмом и сравнить её по дозиметрическим критериям с ОВРТ.

**МЕТОДЫ.** Сравнение планов распределения дозы ортовольтового пучка проводили по двумерному аксиальному плану в области изоцентра для энергии 200 кВ с двух тангенциальных полей и мегавольтового пучка энергией 6 МэВ для трёхмерной конформной методики облучения с использованием 3- и 6-польной изоцентрических методик облучения. Для описания объёмов облучения применяли концепции CTV (clinical target volume) и PTV (planning target volume). Для детальной оценки объёмного распределения дозы оконтуривали раздельно кости, образующие коленный сустав: 1) дистальный метаэпифиз бедра; 2) проксимальный метаэпифиз большеберцовой кости; 3) надколенник; 4) суставную полость тибioфemorального сочленения (мениски, крестообразные связки, суставные хрящи бедра и большеберцовой кости, синовиальная оболочка); 5) суставную щель пателлофemorального сочленения (задняя поверхность надколенника, хрящ надколенника, синовиальная оболочка); 6) подколенную анатомическую область, ограниченную сверху сухожилиями двуглавой мышцы бедра (снаружи) и полуперепончатой и полусухожильной мышцами (изнутри); снизу её ограничивают головки икроножной мышцы снизу с содержащимися в ней подколенными сосудами с их ветвями. В клинический объём облучения включали анатомические зоны, которые могут быть вовлечены в воспалительный процесс — оконтуренные зоны 1–5. Зону 6 определили как область риска. Отступ на PTV определили в 3 мм. Сравнение планов ортовольтового и трёхмерного конформного облучения проводили по количественным и качественным признакам.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Применение 6-польной методики позволяет достигнуть распределения 95% дозы на 93% объёма, а 90% планируемой дозы 45 сГр покрывает 97% объёма PTV. Средняя доза на кожу и сосудисто-нервный пучок на курс — 150 и 240 сГр соответственно. Средняя доза облучения за курс в критических анатомических областях составляет 280 и 150 сГр. При непрямом сравнении планов ОВРТ и 3D-конформной лучевой терапии при распределении дозы ортовольтового пучка в аксиальной плоскости в сравнении с дозными распределениями для конформных методик облучения можно считать, что покрытие мишени для сравниваемых методик аналогично. В целом, с ограничениями, можно считать, что покрытие мишени для сравниваемых методик аналогично.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Методика трёхмерного конформного облучения коленного сустава при ОА с прогрессирующим болевым синдромом может потенциально привести к увеличению противоболевого эффекта за счёт большего покрытия дозой костных элементов сустава, являющихся потенциальным источником боли. Трёхмерная конформная радиотерапия мегавольтным пучком позволяет в 2,5 раза уменьшить лучевую нагрузку на кожу, что может снизить частоту отсроченных неблагоприятных эффектов.

**Ключевые слова:** ортовольтная рентгенотерапия; остеоартрит; коленный сустав**Для цитирования**

Макарова М.В., Третьяков Д.Ю., Вальков М.Ю. Трёхмерная конформная рентгенотерапия остеоартрита коленного сустава: радиобиологические предпосылки и анализ дозного распределения // *Digital Diagnostics*. 2021. Т. 2. № 2S. С. 16–17. DOI: 10.17816/20212S216

**For Citation**

Makarova MV, Tretyakov DYu, Valkov MYu. Three-dimensional conformal X-ray therapy of knee osteoarthritis: radiobiological prerequisites and analysis of dose distribution. *Digital Diagnostics*. 2021;2(2S):16–17. DOI: 10.17816/20212S216

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Панышин Г.А., Рыбаков Ю.Н. Рентгенотерапия неопухолевых заболеваний // *Вестник РНЦРР МЗ РФ*. 2005. № 5. С. 386–387.
2. Макарова М.В., Вальков М.Ю., Титова Л.В., и др. Ортовольтная рентгенотерапия в симптоматическом лечении остеоартроза коленных суставов: анализ эффективности в сравнении со стандартными методами // *Радиология-практика*. 2009. № 4. С. 50–61.
3. Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2003;100(24):13761–13766. doi: 10.1073/pnas.2235592100
4. Prasanna A, Ahmed MM, Mohiuddin M, Coleman CN. Exploiting sensitization windows of opportunity in hyper and hypofractionated radiation therapy. *J Thorac Dis*. 2014;6(4):287–302. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.01.14
5. Podgorsak EB. Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2005. 696 p.

**Для корреспонденции:** mtim10@gmail.com