

Лучевая терапия при остеоартрозе коленного сустава. Особенности топометрии для ортовольтовой рентгенотерапии

М. В. Макарова*,¹, А. М. Шубин²

¹ ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»
Минздрава России

² ГБУ Архангельской области «Архангельский клинический онкологический диспансер»

Radiation Therapy of Osteoarthritis Knee Joint. The Features of Topometry for Orthovoltage X-ray Therapy

M. V. Makarova*,¹, A. M. Shubin²

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk

² Arkhangelsk Regional Oncology Center

Реферат

Остеоартроз — самое распространенное заболевание среди всей ревматологической патологии. К альтернативным методам лечения болевого синдрома дегенеративно-воспалительных заболеваний суставов можно отнести ортовольтовую рентгенотерапию (ОВРТ), методики которой были разработаны еще в 1970-х гг. Цель исследования: предложить современную научно обоснованную методику проведения предлучевой КТ-топометрии для ОВРТ коленного сустава в лечении гонартроза. За 2012–2015 гг. проведена предлучевая топометрия 102 пациентам с помощью специализированного компьютерного томографа. В статье описана методика проведения предлучевой топометрии. Используя современные методы диагностики (магнитно-резонансную томографию, ультразвуковое исследование), удалось определить точную локализацию патологического процесса в суставе и рассчитать оптимальную глубину подведения дозы. Так, среднее значение для тибιοфemorального сочленения составило 5,7 (95 %-ная ДИ: 5–6,5) см, для пателлофemorального сочленения в медиальном отделе вдоль прохождения суставной щели в медиальном отделе 3,8 (95 %-ная ДИ: 3,9–4,7) см. Эти значения значительно отличались от усредненной глубины 3 см. Облучение коленного сустава должно проводиться с индивидуальным расчетом дозы на глубину для уменьшения воздействия на окружающие неповрежденные ткани.

Ключевые слова: ортовольтовая рентгенотерапия, магнитно-резонансная томография, топометрия.

* Макарова Мария Васильевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск.
Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51.
Тел.: +7 (911) 557-46-49. Электронная почта: mtim10@gmail.com

Makarova Maria Vasil'evna, Ph. D. Med., Assistant of Department of Radiation Diagnosis, Radiation Therapy and Oncology, Northern State Medical University.
Address: 51, pr. Troitsky, Arkhangelsk, 163000, Russia.
Phone number: +7 (911) 557-46-49. E-mail: mtim10@gmail.com

Abstract

Osteoarthritis is the most common disease among all rheumatic disease. Orthovoltage X-ray therapy (OXRT) is the alternative method of pain syndrome treatment for degenerative inflammatory joint diseases. The techniques of OXRT were developed in 1970 years. The study aims to offer a modern scientifically grounded methods of conducting pre-treatment CT topometry for OXRT of the knee joint in the treatment of gonarthrosis. From 2012 to 2015 topometry the pre-treatment carried out using specialized CT scanner in 102 patients. The article describes the methodology of the pre-treatment topometry. Using modern methods of diagnostics (MRI, ultrasound) there were able to determine the precise localization of the pathological process in the joint and calculate the optimal depth of dose delivery. So, the average value for tibiofemoral joint made up 5,7 (95 % CI: 5,0 to 6,5) cm, patellofemoral articulation in the medial along the passage of the joint space in the medial of 3,8 (95 % CI: 3,9 to 4,7) cm. These data differed from the accepted standards average depth of 3 cm. Irradiation of the knee joint must oriented to the individual dose estimation for reducing the impact on the surrounding unaffected tissue. .

Key words: Orthovoltage X-ray therapy, Magnetic Resonance Imaging, Topometry.

Актуальность

Остеоартроз (ОА) — наиболее частая патология суставов из всех заболеваний ревматологического профиля. Доля гонартрозов составляет 70–80 % всех случаев ОА [6]. Традиционные методы лечения (нестероидные противовоспалительные препараты, структурно-модифицирующие средства), входящие в стандарты лечения ОА, не всегда оказывают необходимый анальгезирующий эффект [3].

К альтернативным методам лечения болевого синдрома дегенеративно-воспалительных заболеваний суставов можно отнести ортовольтовую рентгенотерапию (ОВРТ). Данный метод широко применяется с середины 1950-х гг. прошлого века. Клиническая эффективность ОВРТ изучена достаточно хорошо, что представлено в ряде публикаций разных лет как отечественных, так и зарубежных исследователей [2, 8, 9]. Подходы к рентгенотерапии по поводу ОА имеют достаточно консервативный характер и основываются на разработках А. Н. Кишковского и соавт., предложенных в конце 70-х гг. XX в. При классической ОВРТ глубина залегания

была рассчитана еще в 1976 г. и составляла 3 см. Методика состояла в облучении медиального и латерального полей площадью 6–8 см или 8–10 см. Позднее в методическом пособии для врачей от 1999 г. были предложены такие же условия облучения. Конкретных указаний на центрацию рентгеновского пучка нет, хотя авторы указывают на ее особую роль в процессе облучения. При сгибающей установке коленного сустава до 10–15° можно выделить 2 суставные щели, на каждую из которых можно центрировать пучок, это суставная щель пателлофemorального сочленения и тибioфemorального сочленения.

В зависимости от клиники и рентгенологических изменений того или иного отдела коленного сустава необходимо производить центрацию на одну из 2 указанных суставных щелей. Ввиду особенностей получаемого изображения на рентгенограммах, а также плохой визуализацией тибioфemorальной суставной щели, проекционного искажения определить оптимальную глубину для центрации пучка для рентгенотерапии весьма затруднительно [8].

Важно понимать, что источниками болевого синдрома при гонартрозе может выступать любая структура сустава, однако в ревматологии применительно к суставам принято выделять 3 варианта боли: мышечно-связочную, синовиальную и субхондральную [4]. До 67 % болевого синдрома связано с поражением пателлофemorального сочленения коленного сустава [1]. Существует ряд исследований, которые рассматривают синовит как главный источник болевого синдрома, а также фактор риска прогрессирования ОА. Синовит коленного сустава встречается значительно чаще у пациентов с болевой формой ОА, однако у 11–56 % он диагностируется у пациентов без боли [6].

Также ранее считалось, что дозиметрически обоснованная методика местного лучевого воздействия в малых дозах безопасна, не вызывает необратимых функциональных и морфологических изменений в суставе [10]. Однако исследования последних лет показали, что лучевое воздействие в разовых дозах менее 1 Гр может сопровождаться усилением биологических эффектов [5]. Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной единицам и измерениям (МКРЕ), медицинское облучение пациентов источниками внешнего облучения должно осуществляться с минимально возможным воздействием на здоровые ткани, попадающие в облучаемую область [7].

Одним из важных условий для создания оптимальной дозы облучения является качественная предлучевая топометрия коленного сустава, задача которой состоит в определении глубины залегания облучаемой мишени и топографии облучаемого органа [5]. Определение глубины залегания объекта облу-

чения для проведения лучевой терапии имеет важное значение, поскольку распределение дозы на глубине изменяется через 1 см примерно на 10 % [8]. По настоящее время при ортовольтовой рентгенотерапии предлучевая топометрия не проводилась.

В этой связи авторы считают возможным изложить собственную методику предлучевой топометрии коленного сустава с помощью специализированного компьютерного томографа (или КТ-симулятора) для проведения ОБРТ [10], которая была применена в условиях радиологического отделения № 2 ГБУ Архангельской области «Архангельский клинический онкологический диспансер» с ОА коленного сустава.

Цель: предложить современную научно обоснованную методику проведения предлучевой КТ-топометрии для ОБРТ коленного сустава в лечении гонартроза.

Материалы и методы

Для проведения ОБРТ отбирали пациентов с клинически подтвержденным ОА коленных суставов по критериям Altman, 1991 (боль в коленном суставе, крепитация при активных движениях, утренняя скованность менее 30 мин, увеличение объема сустава при осмотре). Исследование проходило в 2012–2015 гг., в него вошли 102 пациента.

Всем пациентам до начала лучевой терапии проводили рентгенографию коленных суставов в 2 проекциях на цифровом рентгенодиагностическом комплексе КРТ-ОКО «Электрон». Ультразвуковое исследование (УЗИ) коленных суставов с применением линейного датчика частотой 5–12 МГц (аппарат Toshiba Xario XG SSA-660) или на аппарате Toshiba Aplio-500 с высокочастот-

ным датчиком 15–18 МГц. При проведении УЗИ исследования проводили в боковой проекции при сгибании сустава на 10–15° с медиальной и латеральной стороны, на кожу выносили проекцию тибioфemorального сочленения для последующей реконструкции КТ-сканов по заданным координатам на коже. Также проводили магнитно-резонансную томографию (МРТ) с применением специальной катушки для исследования коленного сустава в положении сгибания до 10–15° с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл без применения контрастного усиления (аппарат Echelon General Electric или Siemens).

Перечень последовательностей включал быстрое спин-эхо (FSE), инверсию с коротким временем восстановления (STIR) irFSE, PD FSE. Получали T1 FSE взвешенные изображения (ВИ) и изображения с подавлением МР-сигнала от жира во фронтальной, сагиттальной и аксиальной проекциях. По МРТ определяли локализацию и распространенность патологического процесса.

Для изучения особенностей укладки больных и положения рентгенотерапевтической трубки при боковых (медиальном и латеральном) встречных полях облучения на рентгенотерапевтическом аппарате Xstrahl-200, предназначенном для близкофокусной и ортовольтовой рентгенотерапии, проводили предлучевую топографию. Для расчета оптимальной глубины подведения дозы все исследования производили на специализированном компьютерном томографе OPTIMA CT 580 RT (General Electric, 2013 г. выпуска). Пациента укладывали на левый и правый бок при угле сгибания в коленном суставе на 10–15° с фиксацией при помощи ваку-

умного матраса, проводили компьютерную топографию с применением тонких срезов (1,25–2,5 мм).

Глубину для проведения ОБРТ представляли в виде минимальной и максимальной возможных величин, среднего арифметического и его стандартного отклонения с расчетом 95 %-ного доверительного интервала.

Результаты и их обсуждение

Для уточнения распространенности процесса (наличие синовита, степень изменения хрящевой ткани, связочного аппарата, дегенеративные изменения менисков) оценивали изображения, полученные при МРТ. Для тибioфemorального сочленения оценивали изображения во всех 3 плоскостях. Для пателлофemorального сочленения наибольшую ценность представляли изображения в аксиальных и сагиттальных плоскостях. По данным изображениям можно судить о наличии выпота в супрапателлярной сумке, степени изменений в хрящах (рис. 1–3).

При оценке изображений необходимо оценивать максимальную глубину, на которой прослеживались изменения. Это важно для последующей компьютерной топографии при определении срезов для разметки.

При максимально выраженных изменениях по данным МРТ в пателлофemorальном сочленении для расчета оптимальной глубины подведения дозы расчеты определяли сканы с максимальной шириной пателлофemorальной щели. Вычисляли расстояние АВ (параллельно ходу рентгеновского пучка, вдоль пателлофemorального сочленения от поверхности сустава до его центра, где А — точка, находящаяся на поверхности между надколенником и бедрен-



Рис. 1. МР-томограмма левого коленного сустава, Т2-ВИ, аксиальная плоскость. Определяется пателлофemorальное сочленение, хрящ задней поверхности надколенника, боковые связки, визуализируется повышенное количество жидкости в полости сустава и утолщение синовии



Рис. 2. МР-томограмма левого коленного сустава, Т2-ВИ, сагиттальная плоскость. Хорошо визуализируются пателлофemorальное сочленение, супрапателлярная сумка, крестообразные связки

ной костью, а В — точка, находящаяся в центре пателлофemorального сочленения при его максимальной ширине), соответствующее оптимальной глубине для облучения пателлофemorального

сочленения. Для контроля последующих укладок необходимо измерить расстояние ВС — до поверхности стола от центра пателлофemorального сустава В. Эти же измерения проводили отдельно



Рис. 3. МР-томограмма левого коленного сустава, T2-ВИ, коронарная плоскость. Отмечается равномерное истончение гиалинового хряща эпифизов, краевые костные разрастания

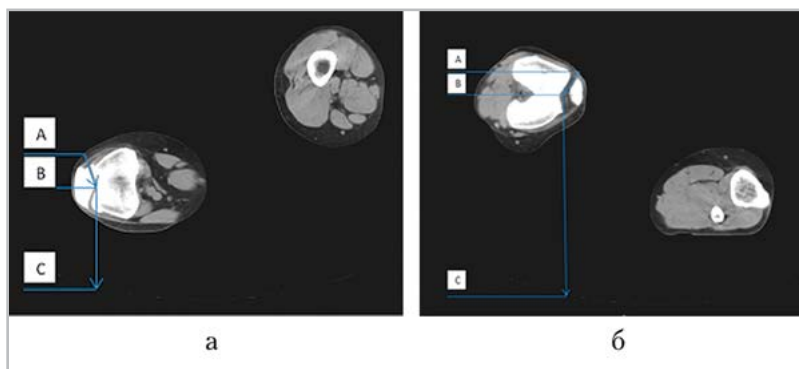


Рис. 4. МСК-томограммы: *a* — положение пациента на правом боку; *б* — положение пациента на левом боку при сгибании коленных суставов на 10–15°. Расчеты проведены для КТ-сканов с максимальной шириной пателлофemorального сочленения для медиального (*a*) и латерального (*б*) полей

для медиальной и латеральной стороны (рис. 4, *a*, *б*).

Перед нанесением на кожу разметки сравнивали глубину, на которой находился патологический процесс по данным МРТ (искали наиболее выраженные изменения в суставе, затем путем сопоставления изображений проводили измерения расстояния АВ на выбранном скане для медиального и латерального полей в выбранной аксиальной проек-

ции с полученной расчетной глубиной при КТ-топометрии (рис. 5, *a*, *б*).

Расхождения не должны превышать 5–10 мм. На кожу по координатам выбранных сканов наносили разметку с медиальной и латеральной стороны (рис. 6).

Несколько иной алгоритм для расчета глубины подведения дозы для тibiофemorального сочленения. При проведении УЗИ на кожу боковой по-

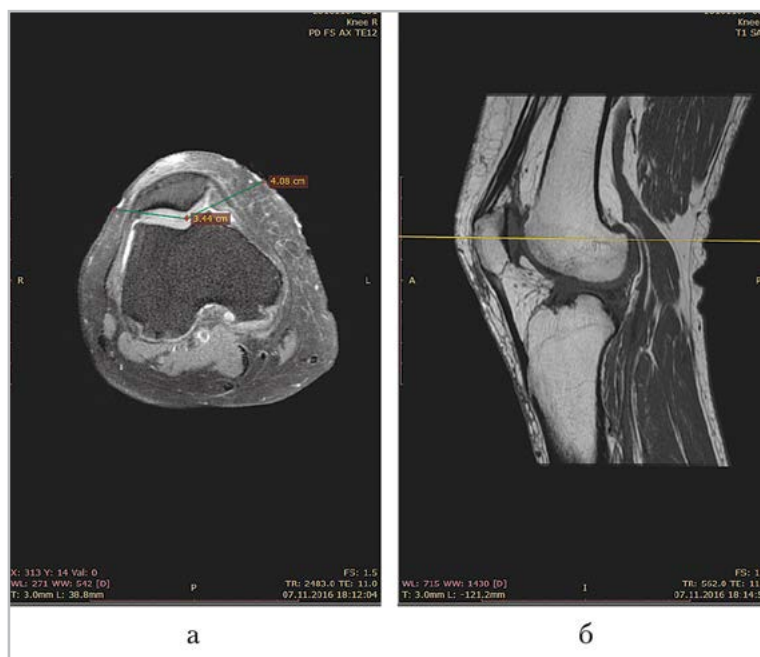


Рис. 5. МР-томограммы коленного сустава, сопоставления 2 проекций (аксиальной — *а* и сагиттальной — *б*), с измерением расстояний АВ от поверхности (медиальной и латеральной) до центра пателлофemorального сочленения по аксиальной поверхности



Рис. 6. Положение пациента на правом боку, при сгибании коленных суставов на 10–15°. Показан процесс нанесения разметки по лазерным центраторам гентри на медиальную боковую поверхность сустава

верхности коленного сустава выносили разметку тибioфemorального сочленения с медиальной и латеральной стороны. Обязательным условием пре-

емственности для последующей реконструкции сканов на компьютерном томографе служит одинаковое положение пациента при поведении исследования

(строго на боку при одинаковом угле сгибания в коленном суставе при УЗИ и КТ). При стандартном исследовании допускается наклонное положение УЗ-датчика, но для предлучевой томографии необходимо располагать датчик строго перпендикулярно поверхности сустава. На основании этой разметки выставляли лазерные центраторы гентри и выбирали сканы, которые и соответствовали максимальной ширине данного сочленения. Для контроля проводили сравнение по боковой топограмме и с расчетной глубиной DE. Контроль проводили по расстояниям от боковых поверхностей до центра сустава для тибioфеморального сочленения по данным МРТ (в аксиальной проекции), аналогично расчетам для пателлофеморального сочленения.

Для тибioфеморального сочленения вычисляли расстояние от поверхности сустава D до центра суставной щели E, определяемой на соответствующем скане (рис. 7), соответствующее оптимальной глубине для облучения тибioфеморального сочленения. Для контроля последующих укладок необходимо измерить

расстояние EF — до поверхности стола от центра тибioфеморального сустава B. Эти же измерения проводят отдельно для медиальной и латеральной стороны. На кожу по координатам выбранных сканов наносят разметку с медиальной и латеральной стороны, по аналогии с пателлофеморальным сочленением.

Последующую лучевую терапию проводили по разметке (рис. 8) с расчетом разовой дозы на глубину, рассчитанную при проведении топографии.

Данная методика позволяет также контролировать правильность укладки при каждом сеансе путем расчета соответствующих расстояний (BC и EF).

При вычислении глубины для расчета разовой очаговой дозы по данным МРТ в аксиальной плоскости были получены следующие результаты (см. табл.).

Из таблицы видно, что среднее значение для тибioфеморального сочленения составляет 5,7 (95 %-ная ДИ: 5–6,5) см, для пателлофеморального сочленения в медиальном отделе вдоль прохождения суставной щели в медиальном отделе — 3,8 (95 %-ная ДИ: 3,9–4,7) см. При сравнении с данными Кишковского

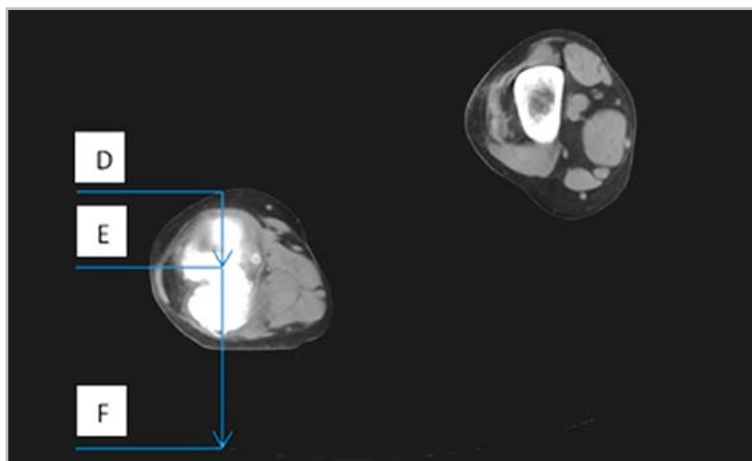


Рис. 7. МСК-томограмма, положение пациента на правом боку при сгибании коленных суставов на 10–15°, Расчеты проведены для сканов с максимальной шириной тибioфеморального сочленения для медиального поля



Рис. 8. Укладка больного для ОБРТ коленного сустава, медиальное боковое поле

**Характеристика расстояния поверхность кожи – центр облучения сустава
для различных отделов коленного сустава**

Показатель	Значение, см		Среднее, см	Стандартное отклонение, см
	мини-мальное	макси-мальное		
Тибioфеморальный сустав	4,38	7,09	5,74	0,74
Пателлофеморальное сочленение медиально	3,02	4,86	3,87	0,50
Пателлофеморальное сочленение латерально	3,69	5,01	4,292	0,39

и Дударева, эти показатели отличаются от средней принятой стандартами глубины в 3 см.

Ортовольтная рентгенотерапия, проведенная при правильной и стабильной иммобилизации конечности с учетом расчета индивидуальных доз, позволяет соблюдать гарантии качества проведения лучевой терапии согласно МКРЕ [7]. Это позволяет существенно снизить лучевую нагрузку на смежные ткани, а также точно воспроизводить укладку при каждом сеансе облучения за достаточно короткий промежуток времени и контролировать правильность укладки при каждом сеансе путем расчета соответствующих расстояний (BC и EF).

Именно комплексный подход к предлучевой подготовке и последующей топометрии позволил точно выявить мишень для облучения и добиться подведения максимально возможной дозы на нужную глубину. Так, МРТ позволяла во всех случаях установить локализацию и распространенность синовита, изменения синовиальной оболочки, а следовательно, и определить центрацию рентгеновского пучка для ОВРТ. Определяемые по МРТ и КТ расстояния от боковой поверхности сустава до суставной щели пателлофemorального и тибioфemorального сочленений не соответствовали стандартизированным условиям проведения рентгенотерапии.

Существуют определенные погрешности при измерении расстояний по МРТ и сопоставлении их с данными КТ. Безусловно, положение пациента во время исследования влияет на глубину, однако разница в расстоянии не превышает 5 мм.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об особенностях луче-

вой топографии суставной щели пателлофemorального сочленения в условиях проведения рентгенотерапии, что требует проведения специальных подходов к предлучевой топометрии.

Выводы

1. При планировании ОВРТ гонартроза для создания оптимальной дозы облучения необходимо выполнять предлучевую топометрию.
2. Расчет величины глубинной дозы и расположения полей облучения должен проводиться индивидуально, с применением результатов КТ и (или) МРТ, а также рентгенологических исследований.

Список литературы

1. *Лучихина Л. В., Каратеев Д. Е.* Новые подходы к ранней диагностике артроза и перспективы его патогенетической терапии // Современная ревматология. 2014. № 4. С. 33–38.
2. *Макарова М. В., Титова Л. В., Вальков М. Ю.* Ортовольтная рентгенотерапия в сочетании с хондропротекторами при остеоартрозе коленных суставов 0–2-й стадии: результаты рандомизированного исследования // Вестник РНЦРРМЗ РФ. 2015. № 15. URL: http://vestnik-rncrr.ru/vestnik/v15/papers/makarova_v15.
3. *Наумов А. В., Алексеева Л. И., Верткин А. Л.* Ведение больных остеоартритом и коморбидностью в общей врачебной практике: Клинические рекомендации консенсуса экспертов Российской Федерации. М.: РНМОТ, 2015. 38 с.
4. *Филатова Е. С., Туровская Е. Ф., Алексеева Л. И., Эрдес Ш. Ф., Филатова Е. Г.* Анализ патогенетических механизмов хронической суставной боли у больных ревматоидным артритом и остеоартрозом коленных суставов // Научно-

- практическая ревматология. 2014. Т. 52. № 6. С. 631–635.
5. *Anish P., Mansoor M., Mohiuddin A. M., Coleman N.* Exploiting sensitization windows of opportunity in hyper and hypo-fractionated radiation therapy // *J. Thorac. Dis.* 2014. V. 6. № 4. P. 287–302.
 6. *Hochberg M., Altman R., April K.* American college of rheumatology 2015: Recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip and knee // *Arthritis Care & Research.* 2015. V. 64. No. 4. P. 465–474.
 7. International commission on radiological protection (ICRP): Proceedings of the third International symposium on the system of radiological protection // *Ann. ICRP.* 2016. V. 45. № 1. P. 38.
 8. *Keller S., Müller K., Kortmann R., Wolf U., Hildebrandt G., Liebmann A., Micke O., Flemming G., Baaske D.* Efficacy of low-dose radiotherapy in painful gonarthrosis: experiences from a retrospective East German bicenter study // *Radiat. Oncol.* 2013. V. 8. № 29.
 9. *Niewald M., Seegenschmiedt M. H., Micke O., Graeber S., Muecke R., Schaefer V., Scheid C., Fleckenstein J., Licht N., Ruebe C.* Randomized, multicenter trial on the effect of radiation therapy on plantar fasciitis (painful heel spur) comparing a standard dose with a very low dose: mature results after 12 months, follow-up // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2016. V. 84. № 2. P. 455–462.
 10. *Ulsh B. A.* Are risks from medical imaging still too small to be observed or non-existent? // *International dose-response society.* 2015. V. 13. № 1. P. 120.
- arthritis and the prospects for its pathogenetic therapy. *Modern rheumatology.* 2014. No. 4. P. 33–38 (in Russian).
2. *Makarova M. V., Titova L. V., Valkov M. Y.* Orthovoltage radiotherapy in combination with chondroprotectors in osteoarthritis of knee joints stage 0–2: results of a randomized trial. *Vestnik RNCRR.* 2015. No. 15. URL: http://vestnik-rncrr.ru/vestnik/v15/papers/makarova_v15. (in Russian).
 3. *Naumov A. V., Alekseeva L. I., Vertkin A. L.* The management of patients with osteoarthritis and comorbidity in General practice. *Klinicheskie recommendations of the consensus of experts from the Russian Federation.* Moscow: RNMOT, 2015. 38 p. (in Russian).
 4. *Filatova E. S., Turovskaja E. F., Alekseeva L. I., Jerdes Sh. F., Filatova E. G.* Analysis of the pathogenetic mechanisms of chronic joint pain in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis of the knee joints. *Scientific-practical rheumatology.* 2014. V. 52. No. 6. P. 631–635 (in Russian).
 5. *Anish P., Mansoor M., Mohiuddin A. M., Coleman N.* Exploiting sensitization windows of opportunity in hyper and hypo-fractionated radiation therapy. *J. Thorac. Dis.* 2014. V. 6. No. 4. P. 287–302.
 6. *Hochberg M., Altman R., April K.* American college of rheumatology 2015: Recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip and knee. *Arthritis Care & Research.* 2015. V. 64. No. 4. P. 465–474.
 7. International commission on radiological protection (ICRP). Proceedings of the third International symposium on the system of radiological protection. *Ann. ICRP.* 2016. V. 45. No. 1. P. 38.
 8. *Keller S., Müller K., Kortmann R., Wolf U., Hildebrandt G., Liebmann A., Micke O.,*

References

Flemming G., Baaske D. Efficacy of low-dose radiotherapy in painful gonarthrititis: experiences from a retrospective East German bicenter study. *Radiat. Oncol.* 2013. V. 8. No. 29.

9. *Niewald M., Seegenschmiedt M.H., Mücke O., Graeber S., Muecke R., Schaefer V., Scheid C., Fleckenstein J., Licht N., Ruebe C.* Randomized, multicenter trial on the effect of radiation therapy on plantar

fasciitis (painful heel spur) comparing a standard dose with a very low dose: mature results after 12 months, follow-up. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2016. V. 84. No. 2. P. 455–462.

10. *Ulsh B. A.* Are risks from medical imaging still too small to be observed or non-existent? // International dose-response society. 2015. V. 13. No. 1. P. 120.

Сведения об авторах

Макарова Мария Васильевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск.
Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51.
Тел.: +7 (911) 557-46-49. Электронная почта: mtim10@gmail.com

Makarova Mariya Vasil'evna, Ph. D. Med., Assistant of Department of Radiation Diagnosis, Radiation Therapy and Oncology, Northern State Medical University.
Address: 51, pr. Troitsky, 163000, Arkhangelsk, Russia.
Phone number: +7 (911) 557-46-49. E-mail: mtim10@gmail.com

Шубин Андрей Михайлович, врач-рентгенолог ГБУ Архангельской области «Архангельский клинический онкологический диспансер».
Адрес: 163045, г. Архангельск, пр. Обводный канал, д. 145, корп. 1.
Тел.: +7 (921) 720-69-88. Электронная почта: ximatron@rambler.com

Shubin Andrej Mikhailovich, Radiologist, Arkhangelsk Regional Oncology Center.
Address: 145-1, pr. Obvodnyj kanal, 163045, Arkhangelsk, Russia.
Phone number: +7 (921) 720-69-88. E-mail: ximatron@rambler.com

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.