

В.П. Белова<sup>1</sup>, И.В. Глеков<sup>1,2</sup>, В.А. Григоренко<sup>1</sup>, М.В. Левченко<sup>3</sup>, Н.А. Сусулева<sup>1,2</sup>, А.В. Яркина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Российская медицинская академия последилового образования, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Российская Федерация

## Конформная лучевая терапия в детской онкологии

Лучевая терапия играет важную роль в лечении многих опухолей у детей, таких как опухоли головного мозга, костные и мягкотканые саркомы и др. Объединив достижения в визуализации опухоли с технологией планирования и подведения лучевой терапии, опухоли у детей можно лечить с помощью конформной лучевой терапии. Доза облучения этого современного метода ориентирована на опухоль, что и позволяет минимизировать ее в нормальных структурах. Ограничение дозы облучения в нормальных тканях при помощи конформной лучевой терапии дает возможность уменьшения поздних побочных эффектов облучения.

**Ключевые слова:** лучевая терапия, конформное облучение, педиатрическая онкология.

(Для цитирования: Белова В.П., Глеков И.В., Григоренко В.А., Левченко М.В., Сусулева Н.А., Яркина А.В. Конформная лучевая терапия в детской онкологии. Онкопедиатрия. 2015; 2 (1): 54 – 60).

### ВВЕДЕНИЕ

Конформная (лат. *conformis* — подобный, сообразный) лучевая терапия (КЛТ) — техника дистанционной лучевой терапии высокой точности, основанная на определении трехмерного объема опухоли и анатомии критических органов. Под конформным (3D-конформное облучение, или 3D-CRT) понимают такое облучение, когда форма облучаемого объема максимально приближена к форме (конфигурации) опухоли. С одной стороны, облучение выполняется прецизионно (точно), когда в облучаемый объем попадают все части опухоли, которая может иметь неправильную форму, а с другой — селективно, когда ограничено (минимизировано) облучение окружающих опухоль нормальных тканей и критических органов. Благодаря сочетанию прецизионности и селективности при КЛТ развивается меньшее число лучевых повре-

ждений со стороны окружающих здоровых тканей за счет уменьшения на них лучевой нагрузки, чем при сравнимых дозах, но неконформного (конвенционального) 2D-облучения.

К конформной лучевой терапии относятся 3D-CRT; лучевая терапия, модулируемая по интенсивности (Intensity-Modulated Radiation Therapy, IMRT); лучевая терапия, корректируемая по изображениям (Image Guided Radiation Therapy, IGRT); стереотаксическое облучение, включая лечение на установке CyberKnife; томотерапия; облучение протонами.

Для правильного проведения КЛТ необходимо наличие соответствующего лечебного оборудования, корректного изображения первичной опухоли и окружающих ее структур, полученного с помощью рентгеновской компьютерной или магнитно-резонансной томографии, жесткая

V.P. Belova<sup>1</sup>, I.V. Glekov<sup>1,2</sup>, V.A. Grigorenko<sup>1</sup>, M.V. Levchenko<sup>3</sup>, N.A. Susuleva<sup>1,2</sup>, A.V. Yarkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Pediatric Oncology and Hematology N.N. Blokhin, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Moscow's regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirovskiy, Moscow, Russian Federation

## Conformal Radiation Therapy in Children Oncology

Radiation therapy plays an important role in the management of many childhood tumors, such as brain tumors, bone and soft tissue sarcoma and other. By combining advances in tumor imaging with technology to plan and deliver radiation therapy, pediatric tumors can be treated with conformal radiation therapy. The radiation dose of conformal radiation therapy is targeted to the tumor, which can minimize the dose to normal structures. By limiting the radiation dose to normal tissues, conformal radiation therapy offers the possibility of limiting the late side effects of irradiation.

**Key words:** radiation therapy, conformal irradiation, pediatric oncology.

(For citation: Belova V.P., Glekov I.V., Grigorenko V.A., Levchenko M.V., Susuleva N.A., Yarkina A.V. Conformal Radiation Therapy in Children Oncology. Onkopediatria. 2015; 2 (1): 54 – 60).

иммобилизация больного на симуляционном и лечебном столе и учет возможного физиологического движения опухоли и других окружающих ее органов.

**Развитие технологии:  
от конвенциональной лучевой терапии  
до конформного облучения**

Оборудование для проведения конформной лучевой терапии включает в себя:

- рентгеновский компьютерный симулятор и рентгеновский компьютерный и/или магнитно-резонансный томограф (РКТ, МРТ) [для визуализации мишени, определения ее параметров и соотношения с другими органами и тканями, изготовления трехмерного (объемного) изображения, выбора плана лучевого лечения, проверки правильности укладки больного];
- самостоятельный ускоритель электронов, генерирующий пучок тормозного (фотонного) излучения с энергией от 6 до 20 МэВ, либо ускоритель, комбинированный с РКТ (при томотерапии), либо ускоритель протонов (при протонном облучении);
- многолепестковый и/или микролепестковый коллиматор (для формирования необходимой конфигурации полей облучения).

Для контроля и коррекции воспроизводимости выбранного плана лечения применяются компьютерный томограф с коническим пучком, интегрированный в линейный ускоритель (Con Beam CT, США); устройство для получения портальных изображений (portal image); лазерная и световая центрация; аппаратура для активного контроля за дыханием (real-time position management, или RPM respiratory gating); система задержки дыхания (active breathing coordinator) и др., а также фиксирующие приспособления: термопластические маски, приспособления для фиксации больного в положении на животе и компрессии брюшной полости, вакуумные матрацы и пр.

При конвенциональной лучевой терапии используются простые методики облучения больных (прямоугольные поля облучения с применением стандартных блоков, болюсов, клиньев и пр.). При топометрической подготовке выбор границ лечебного поля и центра осуществляется на основе проекции на кожу больного, а само планирование облучения чаще выполняется на основе одного (центрального — на уровне середины мишени) или реже — нескольких поперечных срезов, изготовленных на основе поперечных компьютерных томограмм. Выбранный план облучения проверяется на симуляторе и реализуется на дистанционных лечебных установках — линейном ускорителе электронов, что предпочтительнее у детей, или гамма-терапевтическом аппарате. На них же выполняется формирование радиационного поля, а лечебное поле формируется при помощи

стандартных специальных (реже индивидуальных) свинцовых блоков, которыми защищают (экранируют) нормальные органы и ткани.

Развитие и совершенствование диагностического и лечебного оборудования, самих технологических подходов к лечению различных локализаций опухолей позволило улучшить качество подготовки к облучению и проведения процедур.

В отличие от конвенционального (2D-XRT) облучения конформная лучевая терапия требует обязательного трехмерного планирования выбранного объема лечения, выполненного на основе пакета компьютерных или магнитно-резонансных томограмм, сделанных с шагом 2–5 мм. Улучшенные планы 3D можно охарактеризовать лучшими показателями равномерности облучения опухоли и/или снижением лучевых нагрузок на жизненно важные органы и ткани.

Многолепестковый коллиматор, в свою очередь, позволяет не только перемещать формирующие радиационное поле лепестки с помощью компьютера и создавать поля сложной конфигурации, соответствующие форме опухоли, но и изменять эти поля при смене направлений облучения, а также модулировать интенсивность пучка (IMRT).

Изменились и требования, предъявляемые к определению необходимых доз и объемов облучения. Так, в 1993 г. в отчете Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (International Commission on Radiation Units & Measurements, Report 50; ICRU 50) обновлены рекомендации для определения значений доза/объем и предложено определение объема мишени [1].

Объем мишени разделили на три различных объема:

- видимый, или общий объем опухоли (gross tumor volume, GTV);
- клинический объем мишени (clinical target volume, CTV): объем GTV + микроскопическое распространение опухоли;
- планируемый объем мишени (planning target volume, PTV): CTV + дополнительный объем для учета геометрических погрешностей при расчетах, укладке и других факторов.

GTV и CTV — клинко-анатомические понятия, которые определяются перед выбором метода и техники лечения. PTV — статическое значение, которое используется для планирования лечения (задание специфических полей, которые добавляются вокруг CTV для контроля смещения или движения органов, опухоли и пациента, неточности в настройках пучка излучения и/или фиксации пациента и любых других факторов неопределенности) и спецификаций дозы. Размер и конфигурация PTV напрямую зависят от объема GTV/CTV и эффектов, обусловленных движениями органов и опухоли, технических нюансов лечения (например, фиксации больного).

## ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ КОНФОРМНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

После принятия решения о необходимости использования у больного лучевой терапии анализируются РКТ и/или МРТ, на которых отражена максимальная распространенность опухолевого процесса — основополагающие данные для планируемого процесса лечения. С помощью РКТ и/или МРТ уточняется и состояние (динамика в процессе предшествующего лечения, если оно выполнялось) опухоли на момент проведения облучения. Возможность трехмерного моделирования позволяет достаточно точно определить объемы и взаиморасположение опухоли и окружающих нормальных органов и тканей, включая органы риска.

Во время предлучевой подготовки положение и размеры опухоли и окружающих органов и тканей определяют на рентгеновских симуляторах и РКТ, реже на МРТ. Лучшая фиксация и воспроизведение положения тела при последующем лечении у некоторой части пациентов, с учетом их возраста или в связи с беспокойным поведением, достигается медикаментозным сном. С помощью световой и лазерной центрации на теле больного отмечаются опорные метки, по которым впоследствии выполняется укладка для проведения сеансов облучения. Важна воспроизводимость одинакового положения больного во время всех процедур подготовки и лечения, чему способствуют различные фиксирующие приспособления. Изображения, полученные при сканировании области облучения, пересылаются в систему планирования, где на основании заданий облучения (объемы, цели, разовые и суммарные дозы, режимы фракционирования, органы риска и пр.) определяются его параметры (вид и энергия излучения, размеры, направления, количество пучков и др.) и рассчитываются дозное распределение, целесообразность использования защитных блоков, коллиматоров и компенсаторов (для экранирования нормальных тканей).

После изготовления программы лечения производится проверка (симуляция) выбранного плана облучения на лечебном аппарате: воспроизводятся условия облучения больного под визуальным контролем облучаемой области с помощью рентгеновских или КТ-симуляторов. Имитация процесса облучения позволяет сравнить выбранный компьютерный план облучения с реальным процессом лечения и при необходимости скорректировать его. После утверждения плана лечения начинается курс лучевой терапии. Учитывая, что облучение проводится чаще всего в течение 2–6 нед, проверку параметров лечения и при необходимости коррекцию проводят неоднократно.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ КОНФОРМНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ПРОГРАММУ ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ

Современные протоколы лечения при большинстве опухолей у детей требуют подведения высо-

ких суммарных очаговых доз (СОД) — порядка 45–55 Гр и более (первичные опухоли головного мозга, костные и мягкотканые саркомы, недифференцированный рак носоглоточного типа, ретинобластома и др.). В то же время известны поздние осложнения лучевого лечения — функциональные и косметические нарушения со стороны нормальных растущих органов и тканей, попадающих в зону воздействия таких высоких СОД. Во избежание острых и поздних реакций и осложнений стандартом является ежедневное (5 дней в нед) облучение разовыми очаговыми дозами 1,5–1,8 Гр (реже 2,0 Гр), и не существует протоколов лечения опухолей у детей с использованием средних (3,0–4,0 Гр) и особенно крупных (5,0 Гр и более) фракций облучения. Успехи лекарственной терапии при отдельных онкологических заболеваниях (нефробластома, нейробластома, лимфома Ходжкина и др.) позволили уменьшить СОД облучения с 40 до 10–26 Гр и тем самым снизить частоту постлучевых осложнений. Однако уменьшение СОД при большинстве опухолей приводит к увеличению местных рецидивов и ухудшению результатов комплексного лечения. Именно при таких опухолях (медуллобластома, эпендимомы, глиобластома, рабдомиосаркома, саркома Юинга и др.) и показано проведение конформной лучевой терапии.

### Первичные опухоли головного мозга.

Лучевая терапия (ЛТ) играет важную роль в лечении многих опухолей головного мозга у детей, так как лишь в 10–15% случаев возможно проведение радикального хирургического вмешательства. Зачастую опухоли центральной нервной системы (ЦНС) не могут быть удалены из-за их расположения в глубинных структурах и/или из-за инфильтративного распространения. Лекарственные препараты эффективны лишь при некоторых опухолях ЦНС (например, при медуллобластоме), поэтому ЛТ у 85–90% детей используется самостоятельно или в сочетании с оперативным вмешательством и/или химиотерапией (ХТ) [2–6].

Отдаленные последствия со стороны ЦНС после традиционного 2D-облучения у детей широко известны: потеря слуха, снижение интеллектуального развития, нарушение роста за счет дефицита гормона роста, вторые злокачественные опухоли и др. Именно поэтому акцент делается на различные подходы конформной лучевой терапии (3D-CRT, IMRT, томотерапия, протонная терапия) в надежде, что данные методы помогут снизить частоту и степень выраженности побочных эффектов лечения [2, 7, 8], хотя поздние последствия облучения головного мозга зависят и от других факторов — возраста ребенка в момент облучения, разовой и суммарной очаговой дозы, режима фракционирования, сочетания ЛТ с операцией и/или ХТ [3, 4].

У детей в возрасте до трех лет на момент краниального облучения могут впоследствии наблюдаться серьезные когнитивные нарушения, отчасти из-за неполной миелинизации белого





**Рис. 2.** Дозное распределение при проведении IMRT с 9 полей у больного рабдомиосаркомой

частоте острых реакций и местного излечения, ни по показателям безрецидивной и общей выживаемости. В результате сокращения объемов во время курса облучения в зависимости от ответа на ХТ возможно еще большее уменьшение объема нормальных тканей, попадающих в область высоких доз ЛТ, что может снизить выраженность острой и поздней токсичности лечения [10, 15–18].

Нами проведено конформное облучение 56 детей, больных рабдомиосаркомой различной локализации (чаще всего в области головы и шеи). Во всех случаях наблюдались реакции со стороны кожных покровов и слизистых оболочек, но не выше I–II степени выраженности и не приводящие к остановке или прекращению лечения.

На рис. 2 представлено дозное распределение при конформном IMRT в СОД 50,4 Гр ребенка с параменингеальной РМС. Фиксация выполнена с помощью индивидуальной термопластической маски.

**Опухоли семейства саркомы Юинга (ОССЮ)** включают в себя саркому Юинга, ПНЭО, внескелетную и атипичную саркомы Юинга, нейроэпителиому и опухоль Аскина. Все эти опухоли обладают высокой чувствительностью к ХТ и облучению.

При локализованных формах опухоли применяется неоадьювантная ХТ с последующим локальным лечением — хирургическим удалением опухоли и/или лучевой терапией и поддерживающей ХТ. При метастатической (распространенной) форме основную роль в лечении играет ХТ.

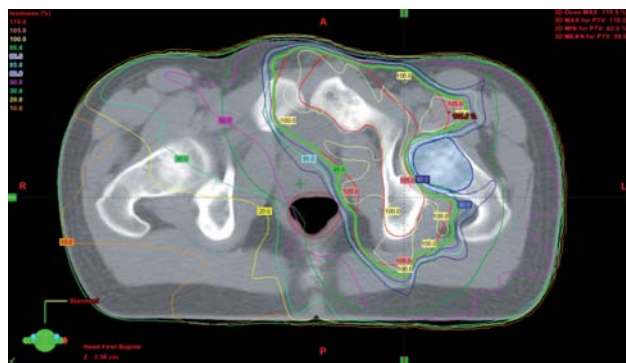
Известно, что применение ЛТ в высоких дозах в отдаленные сроки наблюдения может привести к тугоподвижности суставов, укорочению конечностей, рецидиву, вторым опухолям и другим осложнениям, а операции — к серьезным функциональным дефектам. Именно поэтому внимание

в исследованиях направлено на потенциальное преимущество IMRT и 3D-CRT перед конвенциональными методиками, в частности при опухолях костей таза [10, 19, 20].

Конформная лучевая терапия выполнена нами у 38 детей с ОССЮ. Пример дозного распределения с использованием конформного облучения в СОД 50,4 Гр в режиме мультифракционирования (1,2 Гр дважды в день с интервалом 6 ч) у больного с саркомой Юинга левой лонной и седалищной кости представлен на рис. 3. В данном случае предпринималась попытка максимально возможного снижения лучевой нагрузки на тазобедренный сустав, мочевой пузырь и кишечник.

Помимо указанных трех групп, конформное облучение проведено нами у 78 детей при прочих опухолях (ретинобластома, нейро- и нефробластома, лимфома Ходжкина, недифференцированный рак носоглоточного типа и др.). Подобные исследования проводятся и другими авторами [10]. Однако использование согласно протоколам лечения СОД 10,8–30,0 Гр у отдельных больных не позволяет с уверенностью высказаться о возможном выявлении снижения частоты лучевых реакций и осложнений даже при длительных сроках наблюдения, но актуально в отношении частоты местных рецидивов и вторых опухолей.

Современные стереотаксические технологии позволяют максимально сфокусировать дозу облучения в объеме опухоли, существенно снизив нагрузку на окружающие нормальные ткани и органы риска. Нами проведено стереотаксическое облучение троих детей (рецидив первичной опухоли головного мозга — 1, метастазы гепатобластомы в печень — 1, метастаз в селезенку — 1) в СОД 38,0–56,0 Гр без каких-либо осложнений. Вторую группу составили 11 детей с различными первичными и метастатическими опухолями (саркома Юинга — 3, остеосаркома — 2, рабдомиосаркома — 2, другие опухоли — по 1 случаю), получившие облучение на роботизированной радиохирургической системе Кибернож для оценки его эффективности. Планирование лечения и последующий контроль осуществлялся при помощи МРТ. Лечение проводилось в режиме гипофракционирования дозы (фракциями от 3 до 8 Гр, количество



**Рис. 3.** Дозное распределение при проведении IMRT с 9 полей у больного саркомой Юинга

фракций от 3 до 14). Суммарная очаговая доза при лечении первичных опухолей варьировала от 30 до 42 Гр (49–62 иГр), метастазов — от 24 до 40 Гр (40–65 иГр). Переносимость облучения оказалась удовлетворительной. Общий положительный ответ (полный + частичный эффект) со стороны облучаемых опухолей отмечен у всех 9 оцененных пациентов. Один ребенок умер через 1,5 мес от прогрессирования заболевания вне области облучения, другой выбыл из-под наблюдения через 2,5 мес после облучения без оценки эффекта.

Использование стереотаксического облучения у этих детей показало его высокую местную эффективность. Дальнейшие исследования будут направлены на определение групп детей, для которых данная технология является методом выбора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конформная лучевая терапия — современный тренд детской радиологии. Методики КЛТ хотя и сложны в подготовке и проведении по сравнению

с конвенциональным облучением, они достаточно широко используются при лечении многих злокачественных опухолей, чаще расположенных в области головы и шеи и органов таза.

Изучение повышения показателей выживаемости пациентов с различными опухолями при 3D-CRT в сравнении с 2D-облучением продолжается, при этом уменьшение токсичности лечения при использовании КЛТ уже является общепризнанным.

Некоторую озабоченность вызывают сообщения об увеличении радиационного повреждения нормальной ткани при КЛТ с последующим возрастанием частоты вторых опухолей (с 1 до 2%), однако эти данные требуют качественного анализа, более крупных исследований и длительного срока наблюдений.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, который необходимо обнародовать.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bratengeier K., Oechsner M., Gainey M., Flentje M. Remarks on reporting and recording consistent with the ICRU Reference Dose. *Rad Oncol.* 2009; 4: 44–56.
2. Глеков И.В., Белова В.П., Григоренко В.А., Яркина А.В., Левченко М.В. Конформная лучевая терапия в детской онкологии. *Онкопедиатрия.* 2014; 3: 43–44.
3. Детская онкология. Национальное руководство. Под ред. М.Д. Алиева, В.Г. Полякова, Г.Л. Менткевича, С.А. Маяковой. М.: *Практическая медицина.* 2012. 684 с.
4. Halperin E.C., Constine L.S., Tarbell N.J., Kun L.E. Pediatric Radiation Oncology. 3<sup>rd</sup> Ed. *Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.* 1999. 586 p.
5. Kirsch D.G., Tarbell N.J. Conformal radiation therapy for childhood CNS tumors. *Oncologist.* 2004; 9 (4): 442–50.
6. Merchant T.E. Pediatric Brain Tumors: Conformal Radiation Therapy Perspective. In: Principles and Practice of Stereotactic Radiosurgery. Eds.: Chin L.S., Regine W.F. *Springer.* 2008. P. 341–9.
7. Loeffler J.S., Kooy H.M., Tarbell N.J. The emergence of conformal radiotherapy: special implications for pediatric neuro-oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1999; 44 (2): 237–8.
8. Mesbah L., Matute R., Usyckin S., Marrone I., Puebla F., Mínguez C., García R., García G., Beltrán C., Marsiglia H. Helical tomotherapy in the treatment of pediatric malignancies: a preliminary report of feasibility and acute toxicity. *Rad Oncol.* 2011; 6 (1): 102–9.
9. Duffner P.K., Horowitz M.E., Krischer J.P., Friedman H.S., Burger P.C., Cohen M.E., Sanford R.A., Mulhern R.K., James H.E., Freeman C.R., Seidel F.G., Kun L.E. Postoperative chemotherapy and delayed radiation in children less than three years of age with malignant brain tumors. *N Engl J Med.* 1993; 328 (24): 1725–31.
10. Merchant T.E. Clinical controversies: Pediatric tumors. *Semin Radiat Oncol.* 2013; 23 (2): 97–108.
11. Wolden S.L., Dunkel I.J., Souweidane M.M., Happersett L., Khakoo Y., Schupak K., Lyden D., Leibel S.A. Patterns of failure using a conformal radiation therapy tumor bed boost for medulloblastoma. *J Clin Oncol.* 2003; 21 (16): 3079–83.
12. Haas-Kogan D.A., Missett B.T., Wara W.M., Donaldson S.S., Lamborn K.R., Prados M.D., Fisher P.G., Huhn S.L., Fisch B.M., Berger M.S., Le Q.T. Radiation therapy for intracranial germ cell tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2003; 56 (2): 511–8.
13. Balmaceda C., Heller G., Rosenblum M., Diez B., Villablanca J.G., Kellie S., Maher P., Vlamis V., Walker R.W., Leibel S., Finlay J.L. Chemotherapy without irradiation — a novel approach for newly diagnosed CNS germ cell tumors: results of an international cooperative trial. *J Clin Oncol.* 1996; 14 (11): 2908–15.
14. Hirth A., Pedersen P.H., Baardsen R., Larsen J.L., Krossnes B.K., Helgestad J. Gamma-knife radiosurgery in pediatric cerebral and skull base tumors. *Med Pediatr Oncol.* 2003; 40 (2): 99–103.
15. Merks J.H.M., De Salvo G.L., Bergeron C., Bisogno G., De Paoli A., Ferrari A., Rey A., Oberlin O., Stevens M.C., Kelsey A., Michalski J., Hawkins D.S., Anderson J.R. Parameningeal rhabdomyosarcoma in pediatric age: results of a pooled analysis from North American and European cooperative groups. *Ann Oncol.* 2014; 25 (3): 231–6.
16. Ladra M.M., Szymonifka J.D., Mahajan A., Friedmann A.M., Yeap B.Y., Goebel C.P., MacDonald S.M., Grosshans D.R.,

- Rodriguez-Galindo C., Marcus K.J., Tarbell N.J., Yock T.I. Preliminary Results of a Phase II Trial of Proton Radiotherapy for Pediatric Rhabdomyosarcoma. *J Clin Oncol.* 2014; 32 (33): 3762–70.
17. Lin C., Donaldson S.S., Meza, J.L., Anderson J.R., Lyden E.R., Brown C.K., Morano K., Laurie F., Arndt C.A., Enke C.A., Breneman J.C. The effect of radiation therapy techniques (IMRT vs 3DCRT) on outcome in patients with intermediate risk rhabdomyosarcoma enrolled in COG D9803 — A report from Children’s Oncology Group. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012; 82 (5): 1764–70.
18. Rombi B., Vennarini S., Vinante L., Ravanelli D., Amichetti M. Proton radiotherapy for pediatric tumors: review of first clinical results. *Ital J Pediatr.* 2014; 40 (1): 74–83.
19. Mounessi F.S., Lehrich P., Haverkamp U., Willich N., Bölling T., Eich H.T. Pelvic Ewing sarcomas. Three-dimensional conformal vs intensity-modulated radiotherapy. *Strahlenther Onkol.* 2013; 189 (4): 308–14.
20. Patel S., DeLaney T.F. Advanced-Technology Radiation Therapy for Bone Sarcomas. *Cancer Control.* 2008; 15 (1): 21–37.

### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Белова Валентина Петровна**, кандидат медицинских наук, врач-радиолог отделения радиологического НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»

**Адрес:** 115478, Москва, Каширское ш., д. 24

**Глеков Игорь Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением радиологическим НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина», профессор кафедры детской онкологии ГБОУ ДПО «РМАПО» МЗ РФ

**Адрес:** 115478, Москва, Каширское ш., д. 24, **тел.:** +7 (903) 199-07-58, **e-mail:** igor\_glekov@mail.ru

**Григоренко Василий Андреевич**, врач-радиолог отделения радиологического НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»

**Адрес:** 115478, Москва, Каширское ш., д. 24

**Левченко Мария Владимировна**, физик-эксперт радиологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**Адрес:** 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2

**Сузулева Наталья Александровна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры детской онкологии ГБОУ ДПО «РМАПО» МЗ РФ

**Адрес:** 115478, Москва, Каширское ш., д. 24

**Яркина Анна Васильевна**, врач-радиолог отделения радиологического НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»

**Адрес:** 115478, Москва, Каширское ш., д. 24