

Современные подходы к лучевой терапии у детей и подростков*

А.В. Нечеснюк

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева»
Минздрава России; Россия, 117997, Москва, ул. Саморы Машела, 1

Контактные данные: Алексей Владимирович Нечеснюк al.nechesnyuk@gmail.com

В обзорной лекции по вопросам современных подходов к лучевой терапии (ЛТ) у детей и подростков даются актуальные понятия об объемах ЛТ, способах их определения и коррекции, возможных путях купирования осложнений радиотерапии. В лекции показаны новые методы ЛТ, включая томотерапию, которая в нашей стране впервые была внедрена для детей в ФНЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева, представлены возможности мультицентрового и международного взаимодействия для улучшения ситуации в области радиотерапии для детей и подростков.

Ключевые слова: дети, лучевая терапия, томотерапия, оптимизация помощи

DOI: 10.21682/2311-1267-2016-3-4-30-35

Modern approaches to radiation therapy in children and adolescents

A. V. Nechesnyuk

Federal Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology named after Dmitriy Rogachev, Ministry of Health of Russia;
1 Samory Mashela St., Moscow, 117997, Russia

In this review lecture on questions of modern approaches to radiation therapy (RT) at children and adolescents, actual concepts on volumes of RT, ways of its' determination and correction, possible ways of decreasing of side effects are given. Lecture demonstrates new methods of RT including tomotherapy, which was firstly introduced for children in Federal Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology named after Dmitriy Rogachev, presented the possibilities of multicenter and international collaboration to improve the situation in the field of radiology for children and adolescents.

Key words: children, radiation therapy, tomotherapy, optimization of care

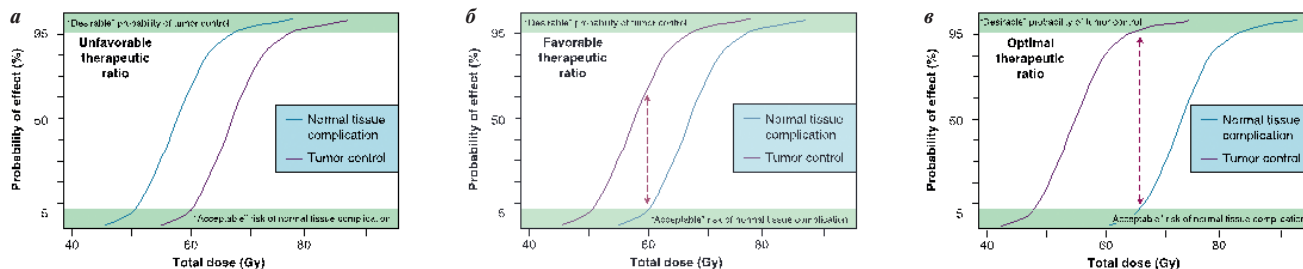
Лучевая терапия (ЛТ) — это метод локального контроля, который основан на подведении ионизирующего излучения к патологическому очагу. Ее эффективность определяется подведенной дозой. Облучение способно уничтожать любые жизненные структуры, и вероятность возникновения осложнений определяется нагрузкой на здоровые органы и ткани. Прежде всего, уменьшение количества и степени выраженности постлучевых осложнений достигается усложнением методик. Современная ЛТ обеспечивается самым дорогостоящим оборудованием в медицине, что диктует необходимость высочайшей квалификации специалистов.

Всем лучевым терапевтам знакомы графики зависимости эффекта облучения от подведенной дозы. Логично себе представить, что они выглядят в виде S-образной кривой. То есть до какого-то момента нарастания дозы вероятность вылечить нашего пациента равна нулю, а начиная с какой-то дозы, у нас возникает вероятность добиться локального контроля, которая

приближается на какой-то дозе к плато 100 %. Далее мы можем наращивать дозу, но все равно со 100 % вероятностью мы вылечим больного от опухоли. Хотя, может быть, он и не будет таким здоровым, получив массу осложнений. Касаемо поздних лучевых осложнений, кривая носит такой же характер. На рис. 6 кривая вероятности достижения локального контроля находится слева, а вероятность развития позднего лучевого осложнения — справа. И при дозе около 66 Гр вероятность получить позднее осложнение равна 5 %, а вероятность вылечить нашего больного — около 95 % и это идеальная ситуация.

На практике эти кривые расположены недалеко одна от другой (рис. б), или хуже того — кривая вероятности развития осложнений лежит левее кривой вероятности контроля над опухолью (рис. а), т. е. вероятность развития осложнений выше, чем вероятность местного излечения. Расстояние между кривыми носит название «терапевтический интервал» (рис. в). Что де-

*Лекция была прочитана 7 февраля 2016 г. в рамках семинара по программе «Дальние регионы» в Томском областном клиническом онкологическом диспансере.



Кривые вероятности

лать лучевым терапевтам, если 2 кривые находятся в непосредственной близости друг от друга?

Для понимания этого необходимо ввести понятия объемов, используемых радиотерапевтами.

Самый первый объем, без которого мы не можем обойтись, — это GTV (Gross Tumor Volume), тот самый объем, который мы видим глазами, на компьютерной томографии (КТ), ультразвуковом исследовании (УЗИ), рентгене, т. е. можем потрогать пальцами и измерить.

Следующий объем — это клинический объем мишени (CTV, Clinical Target Volume). При его создании врач проявляет себя как клиницист, ведь здесь речь идет именно об объеме мишени, а не опухоли. Врач подразумевает что-то, чего для объема облучения будет недостаточно, ведь вероятнее всего опухоль имеет инфильтрирующий рост, возможно опухоль имеет метастазы в лимфатические узлы (ЛУ), которые пока себя клинически не проявляют, но с высокой долей вероятности они есть. В данном случае врач включает в CTV те самые структуры, которые, как он подразумевает, могут быть клинически поражены, т. е. тот самый объем, который мы хотим облучить.

К сожалению, не всегда получается облучать то, что мы хотим, и тогда приходится увеличивать этот объем. PTV (Planning Target Volume) — это планируемый объем мишени. Мы должны предусмотреть, что наша мишень может смещаться во время сеанса лечения или от сеанса к сеансу. Это может быть связано с дыханием или с тем, как наполнены полые органы при облучении мишени в области малого таза. Мы предполагаем, что и пациент будет ложиться не совсем одинаково каждый раз — за счет этого мы увеличиваем объем.

Приведу пример. Сантиметровая опухоль, которая лежит над куполом правого легкого, т. е. объемом меньше 1 см³. Как клиницисты мы предполагаем, что опухоль может иметь инфильтрирующий рост в каждую сторону еще по 1 см, таким образом диаметр увеличился с 1 до 3 см, а зависимость объема — кубическая, т. е. CTV увеличился в 9 раз. Человек во время лечения будет дышать, экскурсия купола диафрагмы 4 см, таким образом мы получаем диаметр 7 (3 + 4) см. 7 × 7 × 7 получается 343. Таким образом, имея опухоль диаметром в 1 см, мы вынуждены облучать объем в 343 раза больший.

PTV — это тот самый объем, который мы не хотим облучать, но вынуждены. Обязательно необходимо предусмотреть то, чтобы CTV всегда находился внутри PTV и всегда получал запланированную дозу.

В чем суть современной ЛТ, если мишень мала, а облучать приходится большой участок? Возможно ли как-то уменьшить перечисленные объемы? К примеру, опухоль молочной железы. При данной опухоли возможно резецировать первичную опухоль и уже не будет необходимости облучать в дозе 70 Гр, достаточно будет дозы 50 Гр на всю молочную железу. Опухоли центральной нервной системы (ЦНС) на КТ практически не видны, и если врач будет задавать контуры опухоли, основываясь только на КТ, то он, скорее всего, будет учитывать больший объем. Если врач выполнит магнитно-резонансную томографию (МРТ) и получит более достоверные контуры, то, скорее всего, у него была бы возможность уменьшить GTV. Хорошим примером по уменьшению GTV является использование позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ)/КТ.

Можем ли мы уменьшить CTV как клиницисты? Иногда — да, применяя химиотерапию (ХТ) или, например, отказываясь от профилактического облучения каких-либо лимфатических коллекторов. Рассмотрим лимфому Ходжкина. Еще 15 лет назад применялась радикальная программа ЛТ, которая включала в себя облучение всех ЛУ — от шеи до паха и селезенки, а сейчас облучаются только зоны поражения и то не всегда. Важно и адекватно вести медицинскую документацию. Достаточно часто мы берем на облучение детей, которым какие-то этапы выполнялись не в нашем Центре. Например, первое МРТ есть только на пленках, которые не сохранились, потом делали МРТ после первого курса ХТ — уже на диске. В итоге пациент приходит не с первичной документацией. Если мы имеем дело с мягкоткаными опухолями, то в CTV мы должны включать всю первичную зону поражения. Но что делать в том случае, если мы ее не знаем? Что, если хирург не промаркировал край во время операции? Что, если нам не предоставили протокол операции? На основании чего мы будем выбирать — CTV или GTV? Если мы будем домысливать — это всегда будет не в пользу ребенка.

Говоря о PTV необходимо понимать то, что это объем, который определяется всеми возможными по-

грешностями в смещении СТВ. Они могут возникнуть из-за того, что сама мишень движется или из-за того, что пациент по-другому ляжет. Если говорить о смещении самой мишени, то мы должны учесть дыхание или же положение простаты в зависимости от наполнения соседних органов в тот или иной день. Каким образом мы можем уменьшить внутренний край или погрешность на смещение органа во время сеанса облучения? Самое простое — попросить пациента не дышать глубоко, не кашлять и не чихать, не двигать руками и тому подобное. И если говорить об облучении органов малого таза, то больному рекомендуется заранее освободить кишечник, выпить 700 мл воды и через 40 мин после этого подойти на процедуру. Я говорю о том, что необходимо создать стандартные условия облучения. Существуют и более сложные способы, которые способствуют уменьшению внутреннего края, например контроль над дыханием. Ускоритель будет включаться в определенные фазы дыхательного цикла. К сожалению, не у всех медицинских центров есть возможность такого облучения. Но можно пойти и другим путем: выполнить 10 низкодозных КТ грудной клетки, на основании которых будет нарисовано 10 контуров мишени и создана какая-то результирующая структура, которую назовут пока еще не РТВ, а ИТВ — структура с внутренним краем, в учет которой вошло только смещение СТВ с учетом дыхания. Но нам необходимо принимать во внимание и то, что каждый день при сеансе облучения пациент будет ложиться по-разному. По поводу внутреннего края добавлю, что на самом деле существует множество работ, в которых говорится о том, на сколько смещается предстательная железа, семенные пузырьки, как смещаются легкие у взрослых в зависимости от локализации и т. д. Но, к сожалению, таких публикаций по детям крайне мало. Мы не знаем, каково физиологическое смещение внутренних органов. Поэтому мы планируем совместные исследования с клиниками Голландии, Дании и Великобритании по изучению этого вопроса.

Уменьшение установочного края — те самые погрешности на смещение самого ребенка. Любому пациент должен быть хорошо мотивирован, неважно, взрослый это или ребенок, самое главное уговорить больного спокойно лежать, не дергаться, не плакать, его укладка должна быть комфортной и однозначной во все дни облучения и самое главное — во время выполнения КТ. Ребенок может быть напряжен, вам будет казаться, что он лежит смирно, но он будет натянут как струна. После 2–3-го сеанса, когда он будет ложиться на линейный ускоритель, он уже будет понимать, что это не страшно. Соответственно он будет ложиться более расслабленно, т. е. совершенно в другом положении. Необходимо применять фиксирующие приспособления, а также использовать визуальный контроль — IGRT (Image-Guided Radiation Therapy).

Прежде чем говорить о том, какие результаты вы представляете, я предлагаю сначала проанализировать то, что вы делаете и создать универсальные протоколы на каждый свой шаг. Есть и другие варианты контроля — ультразвуковые, лазерные. Хотелось бы сказать, что мы участвуем в педиатрическом консорциуме, кроме нашей клиники туда вошли еще 8 центров из США, Австрии, Швеции и Бразилии. В каждой клинике используется свой край на СТВ с помощью фиксирующей маски. Из литературы мы знали, что при использовании термопластичной маски отступ должен быть 5–7 мм, но мы работаем с детьми и у нас свои маски — не такие, как у других. Так какой же нам делать отступ на РТВ? Этого мы абсолютно не знали. Позже я остановлюсь и на этом вопросе.

Уменьшение терапевтического или лечебного объема (TV, Treatment Volume), того самого объема, который мы облучаем. Здесь необходимо усложнение техники и методик. Так, при 3D-конформной ЛТ мы корректируем пучок с помощью многолепесткового коллиматора или индивидуальных блоков. Так, использование 3D-конформной ЛТ позволяет при облучении задней черепной ямки «увести» пучок от маленьких критических структур, например внутреннего уха, что, я надеюсь, позволит избежать развития глухоты у ребенка.

При ЛТ с модулируемой интенсивностью (IMRT, Intensity-Modulated Radiation Therapy) облучение проводится с нескольких направлений и лепестки многолепесткового коллиматора меняют свое положение во время облучения. Таким образом, какие-то участки получают большую дозу, какие-то — меньшую. Это позволяет формировать сложное по конфигурации дозное распределение, соответствующее контуру мишени. Мы же сейчас практически во всех случаях используем объемно модулированную ЛТ (VMAT, Volumetric Modulated Arc Therapy). При этом методе облучатель, линейный ускоритель, вращается вокруг пациента и лепестки коллиматора движутся. То есть его можно рассматривать как облучение с модулированной интенсивностью с неограниченного количества полей. Также мы применяем и томотерапию как один из видов IMRT. В частности, перед нами была поставлена задача налаживания тотального лимфоидного облучения, т. е. всех лимфатических коллекторов выше и ниже диафрагмы и селезенки плюс тотального облучения костного мозга. У ребенка тотальное облучение костного мозга предусматривает тотальное облучение всех костей, в том числе и трубчатых, — там, где у взрослых уже нет гемопоэза, а у детей есть. Томотерапия позволяет нам создать такие лечебные планы, где фактически минимальная доза приходится на головной мозг, кишечник хорошо экранируется, легкие и печень не облучаются, снижается доза на почки и в том числе на структуры малого таза. Естественно, это усложнение методик.

Мы первые в России стали применять прибор для томотерапии, эти лечебные планы ни с чем не спутаешь — облучение костного мозга и тотальное облучение всех костей — гениальное инженерное решение. Все представляют себе рентгеновский компьютерный спиральный томограф: пациент лежит на лечебном столе и вокруг него вращается рентгеновская трубка, т. е. человек смещается на этом столе вдоль оси, вокруг которой вращается рентгеновская трубка. На аппарате томотерапии вместо рентгеновской трубки был установлен маленький линейный ускоритель, который выдает веерный пучок, ширину которого можно менять. Для того чтобы облучалось все тело, от этого веера часть пучка перекрывается многолепестковым коллиматором. Таким образом можно получить сложнейшее по форме дозное распределение на мишени протяженностью до 155 см, т. е. протяженность мишени ограничена только механическим перемещением стола. Таким образом при вращении трубки маленького ускорителя особым образом «нарезается» спираль и в это время очень быстро работает многолепестковый коллиматор от пневмопривода — получается очень сложное изодозное распределение. Если на обычном линейном ускорителе максимальный размер поля составляет 40×40 см, а мишень у нас больше 40 см, то мы вынуждены одно поле накладывать на другое. При этом возникают зоны как недооблучения, так и переоблучения.

Вернемся к нашим кривым вероятности локального контроля развития осложнений. Предположим, что у пациента рак предстательной железы (РПЖ) стадии Т3–Т4. Дистанционная ЛТ в такой ситуации — безальтернативный метод локального контроля. Когда мы имели дело с гамма-аппаратами, ни один из центров в России не мог себе позволить лечение в дозе выше 64–66 Гр. Иначе возникали тяжелые ректиты и циститы. При таком уровне доз вероятность локального контроля составляет около 60 %. Таким образом мы рассматриваем РПЖ как радиорезистентную опухоль. Но при использовании современных технологий (томотерапии или других методик IMRT) доза может быть увеличена до 82–84 Гр. И в данном случае вероятность осложнений со стороны мочевого пузыря и прямой кишки — около 5 %, а вероятность локального контроля возрастает до 95 %. Получается, что РПЖ — радиочувствительная опухоль, у нас появились возможности облучать эту опухоль в туморицидной дозе. Говоря о радиочувствительности и радиорезистентности, — все относительно...

В нашем Центре размещены 2 линейных ускорителя Elekta Synergy. В марте 2012 г. мы взяли на лечение первого пациента, через 3 мес мы освоили методики IMRT, через год запустили VMAT и с ноября у нас работает томотерапия.

Говоря об особенностях ЛТ в детском возрасте, необходимо отметить совсем другой спектр патологий.

На возникновение опухоли у взрослых влияют многочисленные факторы (окружающая среда, инфекционные агенты, курение и др.), и эти опухоли зачастую развиваются годами. Возникновение опухолей у детей часто определяется врожденными факторами. Лечение взрослых строится на различии чувствительности к облучению активно делящихся клеток опухоли и клеток нормальных тканей. У детей большинство органов и тканей организма являются радиочувствительными.

Здесь очень важны психологические аспекты. Если создать маленькому пациенту атмосферу дружбы, сотрудничества и доверия, то и 3-летний ребенок сможет лежать во время процедуры без наркоза. Если же такой контакт не наладить, то и 6-летний будет требовать наркоза — это очень важно.

Иная психология врача — иной подход. У подавляющего числа маленьких пациентов лечение куративное — это принципиально! Мы не опираемся на результаты 5-летней безрецидивной выживаемости, как у взрослых. Для нас важно, какова будет 10–15–20-летняя бессобытийная выживаемость, и что будет с ребенком через 40 и более лет. Когда мы говорим о бессобытийной выживаемости, мы говорим не только о возможности развития рецидива, но и о любом событии, в том числе о развитии какого-то осложнения ЛТ. Мы стараемся не перелечивать наших детей, потому что, к сожалению, осложнения от ЛТ очень серьезны. Необходимо не просто хорошо ориентироваться в ситуации, много читать, чувствовать и, самое главное, понимать, что лучше отказаться от ЛТ, чем пытаться лишний раз ее применить.

Примером может служить лимфома Ходжкина: у взрослых важно не только добиться 5-летней или 10-летней выживаемости, но и 5-летней безрецидивной выживаемости, потому что для взрослых лечение рецидивов — это большая проблема и катастрофа. Это опять облучение и опять массивная ХТ. Нет уверенности, что мы сможем вылечить пациента в случае рецидива, потому как мы его уже облучали в дозе 30–40 Гр и какую дозу мы можем подвести 2-й раз? Какую ХТ мы будем ему проводить? С детьми по-другому — это будет адекватная ХТ (2–6 курсов) и минимальное облучение (от полного отказа от радиотерапии до облучения только зон первичного поражения или только пораженных ЛУ) — в дозе не более 20 Гр, в совсем плохих прогностических группах — 30 Гр. После 20 Гр мы не боимся рецидива. Даже если у 5–10 % этот рецидив разовьется в поздние сроки, то мы все равно с высокой долей вероятности его вылечим. Количество осложнений, связанных с облучением, будет гораздо меньше.

У детей выше радиочувствительность здоровых тканей и лучшая репарация быстрореагирующих тканей. Пример: у взрослых мукозиты появляются на 3-й неделе лечения в зависимости от образа жизни и чаще всего эти реакции в процессе лечения только усилива-

ются, и на 4-й или 5-й неделе врач скажет, что необходимо сделать перерыв. Что в итоге? Каждый день незапланированного перерыва в ЛТ для опухолей головы и шеи ухудшает вероятность локального контроля на 1,2 %. У детей мы будем продолжать лечение, детский организм справится с дозовой нагрузкой и может быть к концу курса лечения реакция будет даже меньше, чем на 2-й или 3-й неделе облучения. Но если мы проводим лечение одновременно с ХТ, то зачастую мы превентивно накладываем гастростому.

Толерантные дозы на органы и ткани в процессе развития ребенка меняются. Не существует таблиц толерантных доз для детей. Те самые таблицы QUANTEC абсолютно не работают. В младшем возрасте у ребенка головной мозг будет более чувствителен к облучению, в фазу активного роста — костно-мышечная система и т. д. Критической дозой для щитовидной железы у детей считается 30 Гр, а для взрослых — 50 Гр.

Иногда у детей возникает необходимость увеличить объем облучения. К примеру, мы облучаем при нефробластеме половину брюшной полости и не хотим затрагивать парааортальную зону. При этом в область облучения попадает боковая поверхность позвонков со стороны опухоли и для того чтобы избежать сколиоза, мы вынуждены облучать и правую, и левую поверхности позвонков в равной дозе. Каким образом облучать область спинного мозга при краниоспинальном облучении? Казалось бы, конечно, электронным. У электронов ограниченный пробег и мы можем спокойно облучить спинной мозг с заднего поля. При этом ограничиться энергией пучка таким образом, чтобы она достигала задней поверхности позвонка. Но через 4–5 лет у пациента разовьется лордоз. Передние отделы позвонков будут расти нормально, а задние — отставать. Для исключения этого мы с помощью томотерапии стараемся подвести дозу на позвонки так, чтобы не было большого градиента и мы не получили искривления позвонков.

Требуется и стандартизация этапов в организации работы отделения. Классическая схема работы в нашей стране — работа по системе единого радиолога, т. е. врач ведет пациента в стационаре и он же проводит облучение. В нашем Центре больные находятся в отделениях не лучевого профиля (гематология, онкология, хирургия), и они всегда находятся под контролем врачей детских гематологов-онкологов. Это диктует и адаптированную систему в организации работы.

Наше отделение оборудовано двумя линейными ускорителями и аппаратом томотерапии для облучения, рентгеновским компьютерным томографом для предлучевой подготовки пациентов (разметки). В обязанности врачей входит первичный осмотр пациента, разметка на КТ, оконтуривание мишеней и критических органов на системе планирования, укладка пациента на облучающем аппарате. Один из врачей ежедневно должен общаться с ребенком.

Обязанности врачей разделены: кто-то находится в облучательном каньоне, кто-то на разметке и оконтуривании. Через определенное время происходит ротация.

Точно так же ротация происходит и у медицинских сестер.

В состав отделения входит группа медицинской физики, в которой трудятся 5 физиков и 2 инженера — это люди, которые выполняют одну и ту же работу с небольшим разделением на функции, но в принципе это полностью взаимозаменяемые люди.

Несколько слов о стандартах в ЛТ. Стандарт — это нормативно-технический документ, устанавливающий требования к продукции или производственному процессу. Стандарт должен быть безопасным, актуальным, универсальным, гибким, гарантируемым и реализуемым. В Германии группа по изучению опухолей ЦНС несколько лет работала впустую. Когда они стали анализировать результаты, то поняли, что в каждом центре (не только в Германии, но и во многих странах) существуют какие-то собственные наработанные методики, свои собственные стандарты, и от центра к центру эти стандарты радикально меняются. Цифры, отражающие результаты лечения в одном и другом центрах, несопоставимы. До 30 % всех рецидивов возникло из-за недостатков методик — как правило, это краевые рецидивы (по краю поля) и ошибка выбора метода лечения. То же самое показали и коллеги из Швейцарии и Франции. В конце концов, немецкая группа по изучению опухолей ЦНС организовала пересмотр всего, от чего может зависеть результат, — всех МРТ, есть ли метастазы по ЦНС или их нет, есть остаточная опухоль или нет, данные гистологии с дополнительными необходимыми окрасками, референс цитологии ликвора и ввели обязательное подтверждение планов облучения не позднее 3 дней от начала терапии. Что такое подтверждение планов облучения? С использованием компьютерной сети план пересылается руководителю исследования профессору Кортману в Лейпциг. Он, в свою очередь, знакомится с историей болезни пациента, просматривает визуализацию на этапах терапии и в компьютерной системе планирования начинает по очереди оценивать все критические структуры, все мишени. При подтверждении правильности ввода контуров оценивается план облучения: предписанные дозы, как эти дозы покрывают мишень, что будут получать критические структуры. Отклонения должны быть не более 5 %, в мишени должна получаться доза не менее 95 % от предписанной и не больше 5 % объема может получать больше, чем 107 % от предписанной дозы. Каждый случай может быть обсужден. Профессор Кортман показывал мне цифры — из 100 лечебных планов без изменений было принято только 30, остальные 70 потребовали индивидуализации и уточнения. С некоторыми отклонениями от про-

токола профессор согласился. А были случаи, когда пациент не вошел в протокол и пошел по индивидуальной программе. Проблемы с этим еще имеют место быть.

О фиксации пациента. Когда мы определяем, какую фиксацию будем использовать, мы исходим из того, будет ли наркоз или нет, в каком положении будет лечиться пациент (на животе или на спине), какова длительность курса, понадобится ли нам более плотная маска или нет, какой матрас мы выберем, какова протяженность мишени и др. Пример внутренних стандартов выглядит так. У пациента острый лейкоз и мы планируем тотальное облучение головного мозга в суммарной очаговой дозе 12 Гр за 8 фракций. В такой ситуации мы будем использовать маску с макроперфорацией. Так у нас прописано для большинства локализаций опухоли. Когда мы делаем разметку на КТ, у нас под каждый диагноз уже есть предустановки и необходимо лишь нажать кнопку. Например, «Больной с ОЛЛ — голова» — это значит, что шаг будет 3,75, маска с широкой перфорацией и подголовник. Если это краниоспинальное облучение, то шаг 3,75 на всю краниоспинальную ось и дополнительно 1,25 на голову. Это стандарт! Мы специально приглашали специалистов и совместно с ними прописали под каждую локализацию такие протоколы. Просто нужно выбрать из списка.

Внешние и внутренние стандарты по оконтуриванию. Для оконтуривания мишени в области головы мы всегда применяем МРТ. Что касается ПЭТ. У нас есть свой ПЭТ-сканер, в ближайшее время мы произведем закупку радиофармпрепаратов и будем делать ПЭТ/КТ в том положении, в котором будет лечиться наш пациент. Пока же эти исследования мы берем из других лечебных учреждений. Это не идеальная ситуация, потому что положение больного при ПЭТ не всегда совпадает с тем положением, в котором пациент будет лечиться.

Как формулируется задание для медицинского физика? В отделении разработаны стандарты методик для основных локализаций мишени. В качестве примера —

краниоспинальное облучение. Если облучение маленького пациента проходит под наркозом, он лежит на спине, чтобы можно было нормально подвести наркозную маску, то мы облучаем спину с 3 направлений — одного заднего и двух заднебоковых. В такой ситуации необходимо обязательно оконтурить фиксирующее приспособление, так как доза в определенных участках будет на 15–20 % меньше из-за прохождения луча через фиксирующие приспособления. Поэтому здесь используется методика IMRT, которая позволяет нам эту дозу корректировать. При облучении на животе стандартной является 3D-конформная терапия. При облучении рослых пациентов мы используем томотерапию.

В нашем Центре принята индивидуальная карта пациента для строгого ведения базы данных. Мы документируем все смещения по укладке и по окончании терапии обязательно заполняем форму по токсичности.

Таким образом, внутренний стандарт составляется врачами отделения. Необходимо заранее подумать, на что именно нужно обратить внимание и составить этот стандарт. Тогда можно оценивать результаты терапии внутри Центра, а уже потом можно будет рассчитывать на участие во внешних протоколах.

На сегодняшний день ЛТ нами выполнена 883 пациентам, примерно четверть детей получала облучение под наркозом. Сначала мы работали с конформной ЛТ, методики IMRT запустили в 2012 г., в 2013 г. мы начали работать с VMAT. И в 2015 г. 60 % детей получали облучение с помощью методик IMRT (включая томотерапию и VMAT). В нашей работе важно и международное участие, на постоянной основе нам помогает проф. Норман Виллих (Германия).

Современная детская онкология и гематология по улучшению выживаемости пациентов шагнула далеко вперед. Длительные сроки наблюдения дают нам очень важную информацию о возможных осложнениях терапии, которые могут влиять на качество жизни наших больных. Анализ этих осложнений и определяет направления развития терапии, в том числе и лучевого лечения. Но это уже тема отдельной лекции.