

ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ РТСOG54 “СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АДРОННОЙ ТЕРАПИИ”

18–20 мая 2015 г., Сан-Диего, Калифорния, США

С 18 по 20 мая 2015 г. в г. Сан-Диего (Калифорния США) прошла учебная сессия, а с 21 по 23 мая – научная сессия очередной ежегодной конференции Particle Therapy Co-Operation Group (RTCOG54). Количество участников конференции увеличивается с каждым годом. В этом году присутствовали 1010 человек. От России были два участника. Столько же человек были от Австралии, Таиланда, Израиля. Финляндия была представлена четырьмя участниками, Турция – тремя, Нидерланды – одиннадцатью – эти страны никогда не имели центров протонной или ионной терапии. Впервые в работе конференции участвовали представители Индии, Новой Зеландии, Сингапура, Дании, Египта, Саудовской Аравии, Бразилии, Канады. Т.е. можно констатировать, что интерес к адронной (протонной ПЛТ и ионной ИЛТ) терапии злокачественных новообразований (ЗН) растёт во всем мире, кроме России.

В клинике ничего нового не происходит: проводятся клинические испытания для сравнения результатов лечения ПЛТ, дистанционной и брахитерапии (были отмечены большие успехи брахитерапии), ПЛТ и ИЛТ. В основном работы проводятся в США и Японии. Однако впервые был поднят вопрос, всегда ли нужны сравнительные испытания для принятия решения о внедрении методов ПЛТ и ИЛТ в клиническую практику. Во-первых, для получения результатов, принимаемых доказательной медициной, необходимы большие когорты пациентов в сравниваемых группах, что для некоторых локализаций ЗН представляет трудность. Во-вторых, в некоторых случаях формирование групп сравнения невозможно по этическим

соображениям. Например, известно, что облучение внутричерепных ЗН у детей приводит к снижению когнитивных способностей. Но при ПЛТ и ИЛТ, вследствие больших градиентов на границах дозового поля и малых дозах перед опухолью, снижение способностей намного меньше – несколько процентов у подростков и не более 30 % у маленьких детей (15 лет наблюдений). Как объяснить родителям, что именно их ребенка надо включить в контрольную группу конвенционального облучения со снижением способностей до 70 %? Аналогично, известно, что конвенциональное облучение легкого приводит к кардиологическим осложнениям. ПЛТ и ИЛТ таких осложнений, как правило, при правильном применении технологии, не дают.

Конечно, если в стране нет указанных новых технологий, спасение жизни пациентов – главный вопрос. Но, как уверены практически все участники RTCOG, каждая страна должна думать не только о лечении онкологических заболеваний, но и снижении количества лучевых реакций и улучшении качества жизни этих пациентов.

Все больше внимания уделяется повторному облучению при вторичных (метастатических) и вторых (индуцированных лучевой и химиотерапией) опухолях. Поскольку применять конвенциональное облучение в этих случаях невозможно, то при отсутствии ПЛТ и ИЛТ такие пациенты подлежат исключительно хирургическому лечению.

В физико-техническом оснащении адронной терапии заметно возрастание интереса к тонким пучкам и технологиям сканирования по объему мишени [1]. Например, Центр про-

тонной терапии им. Бурра в Бостоне представил работу об уменьшении размеров своего сканирующего пучка с 8 мм до 5,5 мм для того, чтобы иметь возможность облучать более сложные локализации головы и шеи. Университет Айовы опробовал новый способ уменьшения полутени при активном сканировании пучком с помощью синхронно перемещающихся створок коллиматора (асимметричный пучок).

Возрастание интереса к сканированию как способу получения дозового распределения при помощи тонкого пучка обусловило появление доклада пионера адронной терапии Б. Готтшалка “On the nuclear halo of a proton pencil beam in water”, где рассмотрен весьма важный для правильного алгоритма расчета дозы вопрос о распределении вторичных частиц при прохождении протона через водоэквивалентную ткань. В нем глубинные профили тонкого протонного пучка измеряли наперстковой ионизационной камерой на разных расстояниях от оси пучка. Затем полученные профили сравнивали с аналитическими результатами, а также с результатами, полученными расчетом с использованием нескольких известных систем планирования. Авторы статьи показали, что гало от тонкого протонного пучка серьезно недооценивается в большинстве из них, что влияет на точность расчета поперечного распределения дозы при сканировании. Лекции Б. Готтшалка весьма популярны у дозиметристов – в них он дает исчерпывающую информацию о физике взаимодействия протонов с веществом и современных технологиях измерения дозы.

Стабильно высок интерес к технике Монте-Карло при расчете распределения дозы в случае сложных и негетогенных локализаций. Большинство исследовательских центров используют Монте-Карло коды FLUKA или Geant4 в оболочке GATE и TOPAS, которые облегчают моделирование эксперимента и введение в расчетную модель физики процессов. Разработчики данных программ стремятся к убыстрению расчетов методами конденсированного моделирования прохождения протонов через вещество, использования GPU технологий, кластерных вычислений и полуаналитических алгоритмов расчета.

Идет медленное, но верное улучшение техники и технологии лечения. На стадии тестирования находятся (синхро-) циклотроны для ионов углерода. При этом размеры и масса установок (с гантри) уменьшаются [1]. В настоящее время медицинские ускорители имеют



Рис. 1. Тесты на заводе фирмы Toshiba [1]. Для масштаба – в левом нижнем углу видна фигура человека

диаметр для протонов до 5 м (циклотроны) и до 10 м (синхротроны), для ионов углерода до 25 м (синхротроны), тестируются циклотроны с размерами до 5 м и радиусами вращения гантри 5,5 м (рис. 1).

Сверхпроводящие магниты повсеместно используются и для гантри. Есть разработка с использованием изменяемого градиента, т.е. предлагается использовать малые апертуры диполей с высоким градиентом. Фирма IBA (Бельгия) предлагает гантри с изменяемым изоцентром, для него создана опция в системе планирования Raystation; в этом случае опухоль будет располагаться всегда вблизи изоцентра установки, а установка станет компактней (рис. 2).

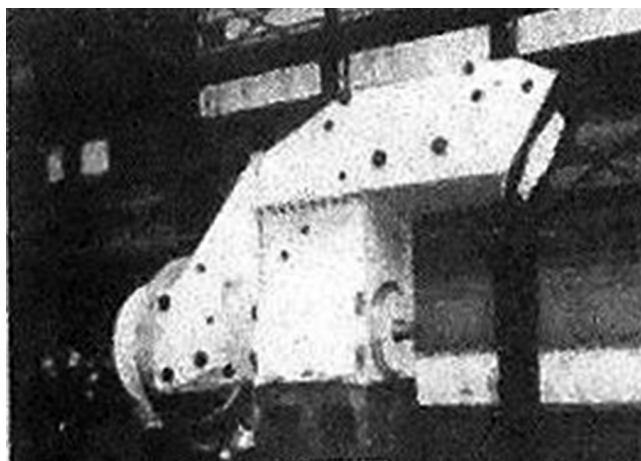


Рис. 2. Новая разработка гантри фирмы IBA [2]. Для масштаба – в левом нижнем углу видны фигуры двух человек

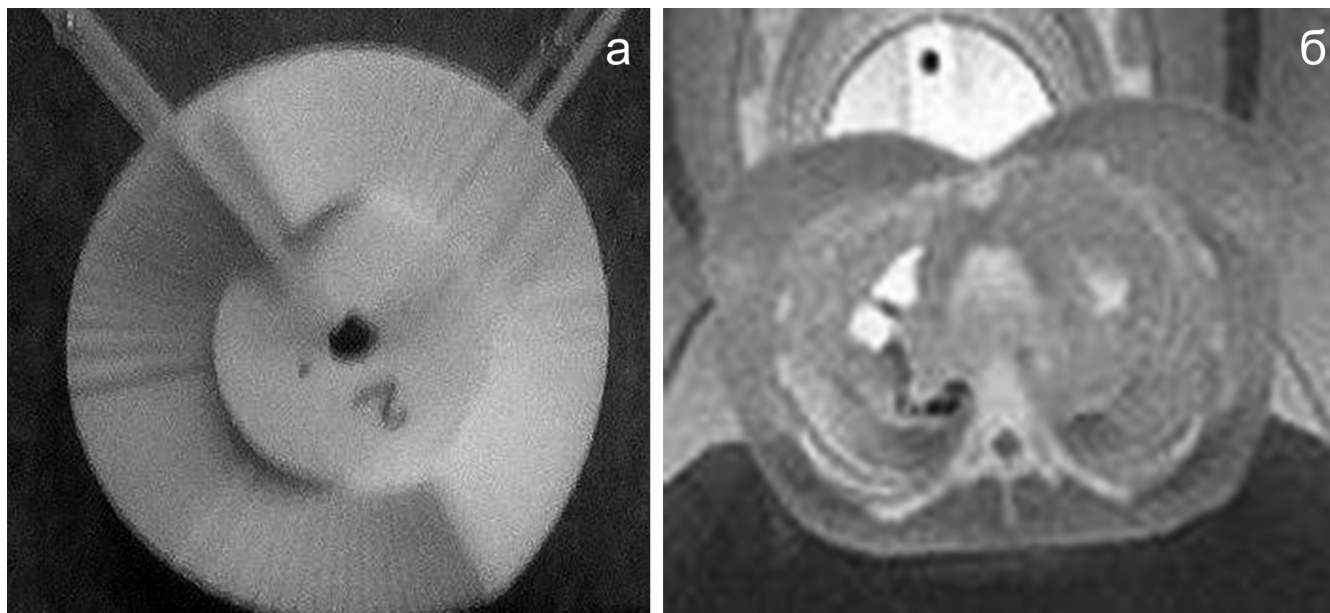


Рис. 3. Индивидуальные: а – модулятор пробега [3] и б – фантом для верификации плана облучения легкого [4]

По требованию врачей-радиологов в Пенсильванском университете разрабатывается установка Proton Arc (моно- и биэнергетическая). В настоящее время проводятся дозиметрические тесты.

Новые разработки предусматривают изменение в процессе облучения [2]:

- ✓ размера пучка (большим диаметром в центре мишени и малым – на границах);
- ✓ формы пучка (например, в эллиптическую или асимметричную при облучении сложной конфигурации);
- ✓ вида частиц.

Продолжаются исследования по применению пучков гелия в детской онкологии. Есть некоторые указания на желательность использования в терапии ионов кислорода.

Дозиметрические вопросы вызвали большой интерес присутствующих. Были представлены новые дозиметры для определения нейтронного фона, новые калориметры малых размеров и т.д. В формировании пучков все большее применение находит 3D печать [3, 4] (рис. 3).

Совершенствуется также технология иммобилизации области интереса. Фирмы Klarity и Cívco представили новые способы иммобилизации и специализированную печь для разогрева термопластичных материалов (рис. 4).

В действие вводятся все новые центры [5]. В настоящее время действуют 60 центров ад-

ронной терапии (3 российских центра – Дубна, ИТЭФ, Гатчина – пока включены в перечень действующих). Строятся 34 центра (центр в Протвино тоже в этом списке). Проектируются 16 центров (центр при Московской ГКБ № 63 также включен).

Однако на конференции обсуждались и темы, неприятные для людей, работающих в этой области. В США бюрократия от медицины, особенно страховые компании, создает большое количество препятствий для развития ПЛТ в этой стране (не говоря уже об ионной терапии). Выработанные на конференции рекомендации по борьбе с этим явлением включают в себя ряд мер: уменьшение стоимости установок (что зависит не только от разработчиков, но и от продавцов), уменьшение количества фракций, возможное упрощение установок и т.п., т.е. все, что приведет к уменьшению стоимости адронной терапии до стоимости конвенциональной терапии. Конечно, и конвенциональная лучевая терапия, и особенно брахитерапия, за последние годы добились впечатляющих успехов, что не может не радовать. Но никогда в истории медицины новый метод не перечеркивал достижения существующих, каждый метод находит свою нишу. Поэтому все же есть надежда, что российские пациенты, нуждающиеся именно в адронной терапии, ее получают. Лучше раньше, чем позже.

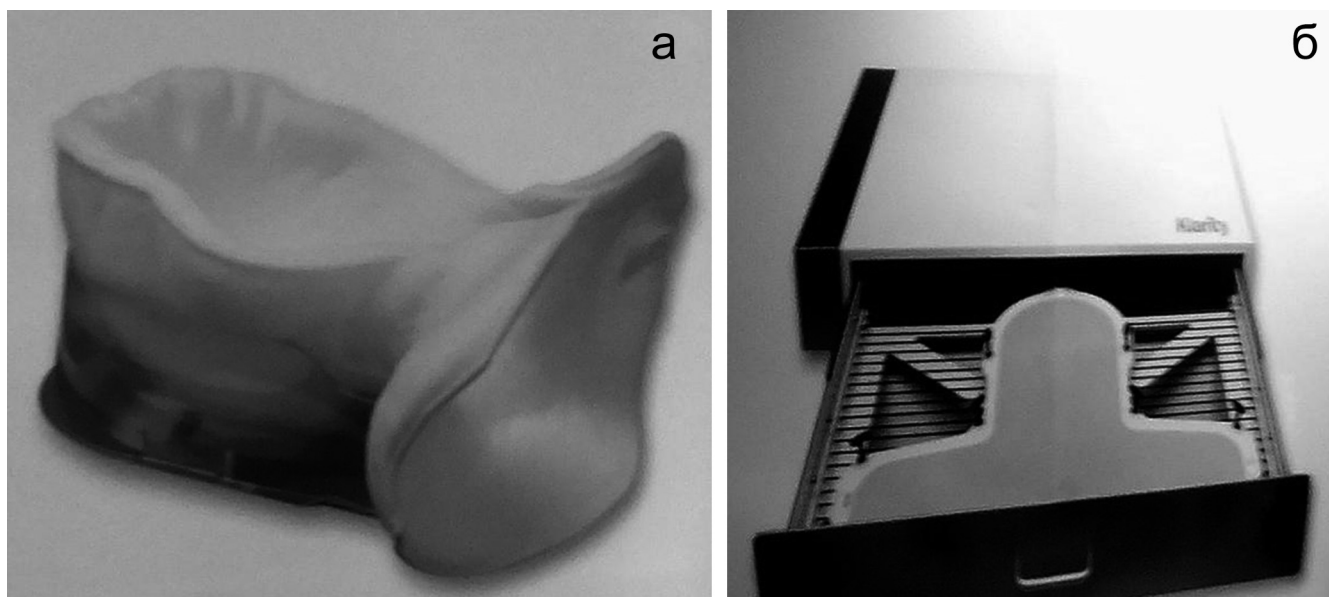


Рис. 4. Средство иммобилизации (а) и печь для разогрева материалов (б)

Список литературы

1. Robin D. Gantries. // PTCOG54, 2015. San Diego, USA. Доклад на учебной сессии.
2. Ding X., Zhang J.M., Song X. et al. Evaluation of clinical impact on upstream scanning proton system, using Variable SAD model. // PTCOG54, 2015. San Diego, USA. Постер 213.
3. Lindsay C., Kumlin J., Schaffer P. et al. Stepless 3D – Printed Beam Modulators for Passive Beam Delivery in Proton Therapy. // PTCOG54, 2015. San Diego, USA. Постер 66.
4. Mayer R., Liacouras P., Thomas A. et al. 3D Printner Generated Thorax Phantom with Mobile Tumor for Radiation Dosimetry. // PTCOG54, 2015. San Diego, USA. Постер 132.
5. <http://www.ptcog.ch>. Particle Therapy Centers.

И.Н. Канчели, А.С. Макарова
Институт теоретической
и экспериментальной физики,
НИЦ "Курчатовский Институт", Москва