

является относительно молодым направлением исследований, необходимо оценить возможность изготовления тканезквивалентного дозиметрического фантома методами трехмерной печати для облучения конкретным видом тяжелых частиц.

В рамках данного исследования в инструментарии GEANT4 с помощью метода Монте-Карло было проведено численное моделирование взаимодействия углеродных пучков с биологическими тканями и пластиком, пригодным для изготовления изделий с помощью технологии быстрого прототипирования. В качестве исследуемых материалов были выбраны жировая, мышечная, костная ткани, головной мозг и PLA-пластик как в чистом виде, так и с примесями меди, оксида кальция CaO и диоксида титана TiO₂. После чего был проведен сравнительный анализ полученных глубинных распределений поглощенной энергии с целью определения термопластических материалов, эквивалентных выбранным биологическим тканям.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения 075-15-2022-620 (проект № МК-26.2022.1.2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Onuh S.O., Yusuf Y.Y. Rapid prototyping technology: applications and benefits for rapid product development // Journal of Intelligent Manufacturing. – 1999. – Т.10. – С. 301–311.
2. Dosanjh M. Development of hadron therapy for cancer treatment in Europe // AIP Conference Proceedings. – 2008. – Т.1032. – №.12. – С. 12–16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛУБИННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ПЛАСТИКОВЫМ БОЛЮСОМ

Е.А. Бушмина, Ю.М. Черепенников, А.А. Григорьева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: cab60@tpu.ru

Эффективным способом лечения опухолевых заболеваний является лучевая терапия, основанная на разрушающем действии ионизирующего излучения на опухолевые клетки. Для лечения поверхностно расположенных новообразований показана электронная лучевая терапия [1]. Часто опухоли локализируются в теле человека неравномерно, в связи с этим необходимо создавать сложное глубинное распределение поглощенной дозы. В лучевой терапии для этих целей используют специальные устройства, называемые болюсами. Эти устройства, повторяющие контуры тела человека, располагаются на поверхности тела в поле облучения. Также назначение подобных устройств заключается в снижении лучевой нагрузки на здоровые ткани пациента, располагающиеся вблизи опухоли [2] и уменьшении краевого эффекта, возникающего на границе двух сред – воздуха и тела пациента.

На сегодняшний день в клинической практике для создания болюсов используют специальный материал фирмы Action Bolx и парафин, однако первый материал ограничивается простотой формы, а второй – слишком ломкий и хрупкий, в связи с чем, его эксплуатация ограничена несколькими сеансами лучевой терапии. В данной работе предлагается изготовить пластиковый болюс для формирования глубинного распределения дозы терапевтического электронного пучка с помощью методов трехмерной печати. Технологии трехмерной печати на сегодняшний день позволяют с высокой точностью изготовить изделие необходимой формы, что дает возможность создавать индивидуальные болюсы для каждого пациента. Также изделия, изготовленные из термопластичных материалов методами трехмерной печати, отличаются высокой прочностью и теплостойкостью, и как следствие, смогут прослужить весь курс лечения пациента.

В рамках работы были проведены экспериментальные исследования на терапевтическом электронном пучке по формированию глубинного распределения дозы болусами из разных материалов. Было показано, что пластиковый болус, изготовленный методами трехмерной печати, не уступает по своей способности формировать глубинное распределение дозы терапевтического поля коммерчески доступным устройствам.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения 075-15-2021-273 (проект № МК-4867.2021.1.2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hogstrom K. R., Almond P. R. Review of electron beam therapy physics // *Physics in Medicine & Biology*. – 2006. – Т. 51. – №. 13. – С. R455.
2. Vyas V. et al. On bolus for megavoltage photon and electron radiation therapy // *Medical Dosimetry*. – 2013. – Т. 38. – №. 3. – С. 268-273.

СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРАТЕГИЙ МЕЧЕНИЯ ТЕХНЕЦИЕМ-99М АДРЕСНЫХ МОЛЕКУЛ DARPIN G3 НА БИОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЮ ЭКСПРЕССИИ HER2

М.С. Ларькина^{1,2}, Е.А. Безверхняя^{1,2}, М.С. Третьякова², Е.В. Плотников²,

А.А. Шульга^{2,4}, Е.В. Коновалова^{2,4}, А.Г. Воробьева^{2,3}, Р.В. Зельчан², Ф.Ш. Юлдашева², М.В. Белоусов^{1,2}, В.М.

Толмачев^{2,3}, С.М. Деев^{2,4}

¹Сибирский государственный медицинский университет,

Россия, г. Томск, Московский тракт, 2, 634050

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

³Университет Уппсалы,

Швеция, г. Уппсала, 752 36

⁴Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова,

Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 16/10, 117997

E-mail: marialarkina@mail.ru

Сверхэкспрессия рецептора эпидермального фактора роста человека второго типа (HER2) наблюдается при раке молочной железы, яичников, легкого, желудка, простаты и других видов рака [1]. Перспективной альтернативой биопсийным методам в выявлении рака с гиперэкспрессией HER2 является радионуклидная молекулярная визуализация с использованием таргетной молекулы DARPIn G3, меченной доступным радионуклидом технецием-99м [2].

В качестве объекта исследования использовали рекомбинантные адресные молекулы DARPIn G3 с аминокислотными хелатными группами на С-конце (GGGC, EEEС или GGGSGGGSGGGSC), меченые окси-технецием-99м пяти-валентым. *In vivo* исследования меченых вариантов проводили на иммунодефицитных мышах Nu/J с ксенографтами SKOV-3 и PC-3 в сравнении с вариантом DARPIn G3, меченым карбонильным технецием-99м посредством гистидин-глутаматного-тага, размещенного на N-конце.

Радиохимические выходы всех радиоконъюгатов – свыше 80% при радиохимической чистоте более 95%. В результате было проведено биораспределение у мышей вариантов DARPIn G3, полученных двумя стратегиями мечения технецием-99м: окси-технеция-99м в сравнении с трикарбонильной химией. Для всех вариантов поглощение опухолью в SKOV-3 ксенографтах с высокой экспрессией HER2 было значительно выше ($p < 0,05$, непарный t-критерий), чем в PC-3 ксенографтах с низкой экспрессией HER2. Стабильность *in vivo* подтверждена для всех вариантов низким поглощением активности в слюнных железах и желудке. Применение стратегии окси-технеция-99м позволяет снизить поглощение в почках от 4 до 25 раз, однако повышается захват в печени, легких и