



---

**IV** Всероссийский  
научно-образовательный конгресс  
с международным участием

# «ОНКОРАДИОЛОГИЯ, ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ»

12-13 февраля 2021 г., Москва

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ**

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1. МРТ предстательной железы у пациентов с металлоконструкциями.  
*Панина О. Ю., Васильев Ю. А., Семенов Д. С.*
2. Новые КТ-предикторы развития панкреатического свища в послеоперационном периоде после панкреатодуоденальной резекции  
*Гальчина Ю.С., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г.*
3. Текстуальный анализ в диагностике периферической формы холангиоцеллюлярного рака  
*Тян А.С.*
4. Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, при биохимическом рецидиве нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы  
*Носов Н.А., Станжевский А.А.*
5. Диагностика новообразований гортани и гортаноглотки методом чрескожной гарпунной биопсии под ультразвуковым контролем  
*Дайхес Н.А., Гафурова А.И., Данзанова Т.Ю., Виноградов В.В., Зубарева Е.А.*
6. Ультразвуковая диагностика при поражении периферических лимфатических узлов.  
*Быкова С.В., Семенова Л. Ю., Ядринцева Н. В.*
7. Неинвазивная диагностика печени при диффузных заболеваниях методом Fusion-US: контраст-усиленное ультразвуковое исследование и Combi-Elasto  
*Тиханкова А.В., Борсуков А.В.*
8. Опыт применения рентгеновской остеоденситометрии для диагностики остеопении у женщин с повышенной массой тела и ожирением.  
*Липовка С.Н., Липовка А.Л., Гончарова А.Ю., Баранов И.А., Иванова А.С.*
9. Текстуальный анализ в предоперационном определении степени дифференцировки нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы.  
*Груздев И. С., Тихонова В. С., Замятина К. А., Кондратьев Е. В., Глотов А. В., Кармазановский Г. Г.*
10. Текстуальный анализ в диагностике гепатоцеллюлярного рака  
*Шантаревич М. Ю.*
11. Роль количественных антропометрических характеристик в абдоминальной онкологии: предварительные результаты.  
*Лядов В.К., Мартиросян Э.А., Васильев Ю.А.*
12. Новое в подготовке к КТ колонографии  
*Мещеряков А.И.; Гурова Н.Ю.; Пугачева О.Г.*
13. Прогностическая роль диффузионно-взвешенных изображений магнитно-резонансной томографии при местнораспространенном плоскоклеточном раке шейки матки.  
*Зидиханов Д. И., Ларюков А. В., Шакирова Э. Ж.*
14. Мезотелиома плевры у пациента 73 лет (клинический случай)  
*Серик К.В. Тлищева Ф.Д.*
15. Сравнительный анализ цифровой маммографии, контрастной спектральной двухэнергетической маммографии и маммосцинтиграфии на специализированной гамма-камере в диагностике рака молочной железы  
*Чёрная А.В., Ульянова Р.Х., Новиков С.Н., Крживицкий П.И., Криворотько П.В., Данилов В.В., Зайцев А.Н.*
16. Сравнительная оценка методик лучевой терапии при облучении средостения у больных лимфомами с помощью IMRT, B-VMAT, 3DCRT

*Виноградова Ю.Н, Фоминцева М.С., Васильева А.В., Шендерова И.А., Стороженко Л.А., Ильин Н.В*

- 17.** Оценка отступов СTV-РTV для пациентов с диагнозом рак предстательной и молочной железы в ФГБУ "РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова" Минздрава России  
*Васильева А.В., Фоминцева М.С., Стороженко Л.А., Виноградова Ю.Н., Анохина А.С., Кошкин Ю.А., Вершинский Д.В., Тришкина Е.В., Иванова Е.И., Малышева Л.Г., Некласова Н.Ю., Кузнецов А.Д.*
- 18.** Контактная лучевая терапия в лечении рака полового члена.  
*Зайцев И. Г., Шинкарёв С. А., Борисов В. А., Ползикова А. В.*
- 19.** Виды брахитерапии при лечении метастатического рака влагалища  
*Иванкова В.С., Барановская Л.М., Хруленко Т.В., Матвиевская Л.В.*
- 20.** Топическая терапия вторичноинфицированного лучевого дерматита у пациенток с раком молочной железы  
*Карпова О.А.*
- 21.** Онкоофтальмологический комплекс протонной лучевой терапии на базе циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ  
*Черных А.Н., Гранин Д.И., Максимов В.И., Хорошков В.С.*
- 22.** Комбинированная протон-ионная терапия: радиобиологические предпосылки и возможности  
*Трошина М.В., Потетня В.И., Корякина Е.В., Соловьев А.Н., Пикалов В.А., Корякин С.Н.*
- 23.** Высокодозная внутриспросветная брахитерапия, дистанционная лучевая терапия и системное лечение при опухолях центральных бронхов и трахеи  
*Арсеньев А.И., Канаев С.В., Новиков С.Н., Гагуа К.Э., Барчук А.А., Антипов Ф.Е., Нефедов А.О., Тарков С.А., Аристидов Н.Ю.*
- 24.** Клинический опыт лечения метастаза хиазмально-селлярной области  
*Татарченко А.С., Татарченко М.А.*
- 25.** Клинический опыт сочетанной лучевой терапии рака языка  
*Татарченко М.А., Талецкий А.В., Вертинский А.В., Сухих Е.С., Сухих Л.Г.*
- 26.** Использование радиобиологических моделей для оценки лучевых повреждений у больных раком шейки матки  
*Машенцева Н.В., Лебеденко И.М., Кравец О.А.*
- 27.** Количественная оценка планов дистанционного облучения больных раком тела матки  
*Межсеумова А.А., Лебеденко И.М., Кравец О.А.*
- 28.** Методика выбора оптимального режима лазерной гипертермии поверхностных тканей  
*Семенов Д.С., Ненарокомов А.В.*
- 29.** Масштабирование дозовых распределений в фантоме из ПММА на дозовое распределение в водном фантоме для малых полей, создаваемых тормозным излучением с максимальными энергиями 15 и 18 МэВ;  
*Климанов В.А., Кирпичев Ю.С., Смирнова Ж.Ж., Смирнов Ф.Ю., Колыванова М.А.*
- 30.** Радиомика и радиогеномика: ценность для лучевой терапии  
*Андрейченко А.Е., Семенов С.С.*
- 31.** Анализ эффективности протонной флэш-терапии в зависимости от мощности дозы.  
*Мартынова В.В., Акулиничев С.В., Яковлев И.А., Коконцев Д.А., Кулинич Т.М., Гаврилов Ю.К., Шишкин А.М.*
- 32.** Межклиническое исследование воспроизводимости клинических планов основанное на системе PerFRACTION  
*Вертинский А.В., Стахова О.М.*

- 33.** Искусственный интеллект в лучевой терапии.  
*Кирпичев Ю.С., Андрейченко А.Е.*
- 34.** Некоторые результаты исследования характеристик дозиметрических детекторов в малых полях высокоэнергетического тормозного излучения медицинских ускорителей  
*Климанов В.А., Белоусов А.В., Кирпичев Ю.С., Колыванова М.А., Крусанов Г.А., Морозов В.Н., Серикбекова З.К.*
- 35.** Оценка влияния позиционирования пациента на точность доставки дозы при выполнении лучевой терапии под контролем изображений на аппаратах Elekta Synergy и TomoTherapy.  
*Логинова А.А., Товмасын Д.А., Коконцев Д.А., Черняев А.П., Нечеснюк А.В.*
- 36.** Система планирования для нового аппарата контактной радиотерапии  
*Моисеев А.Н.*
- 37.** Актуальные проблемы ядерной медицины в педиатрии  
*Наркевич Б.Я., Крылов А.С., Рыжков Д.А.*
- 38.** Уменьшение дозовой нагрузки на пациента при контроле укладки в рентгеновском коническом пучке  
*Фоминцева М.С., Понежа Т.Е., Баранов Е.С.*
- 39.** Оптимизация программы ежедневной гарантии качества системы протонной терапии  
*Киселев В.А., Демидова А.М., Маслюкова Е.А., Фомина Е.С.*
- 40.** Методики проверки модели ускорителя в системе дозиметрического планирования  
*Лебедева Ж. С.*
- 41.** Количественная оценка неопределённости укладки пациентов с опухолями головы и шеи с использованием компьютерной томографии в коническом пучке  
*Стахова О.М., Сухих Е.С.*
- 42.** Эмпирический метод определения допусков в значения параметров в относительных измерениях в рамках валидации дозиметрической модели протонного карандашного сканирующего пучка  
*Демидова А.М.*
- 43.** Математическая модель фармакокинетики дозодополняющих наночастиц  
*Гиневский Д.А., Ижевский П.В., Шейно И.Н.*
- 44.** Математические методы коррекции артефактов диффузионной магнитно-резонансной томографии  
*Уразова К.А., Горлачев Г.Е., Голанов А.В., Черняев А.П.*
- 45.** Анализ межфракционных смещений пациентов с раком прямой кишки при позиционировании на фиксирующем устройстве Belly Board под контролем изображений СВСТ на аппаратах Varian  
*Харсун Л.П., Чухланцева А.С., Багова С.З., Черных М.В., Иванов В.А., Петухов Е.А.*
- 46.** Применение программ автоматической модуляции силы тока для оптимизации протоколов сканирования в компьютерной томографии  
*Читига Л.А.*
- 47.** Влияние размеров ренотрансплантата на его функциональное состояние по данным динамической реносцинтиграфии  
*Пышкина Ю.С.*
- 48.** Наночастицы элементного бора, их получение и применение в бор-нейтронозахватной терапии рака  
*Успенский С.А., Халтаханова П.А., Таскаев С.Ю., Заборонок А.А.*
- 49.** Атипичная нейровизуализационная картина глиобластом  
*Медведева Н.А., Халилов В.С., Костылев Ф.А., Бакаева Б.Р.*
- 50.** Нейровизуализация в оценке результата комбинированной терапии высокодифференцированных глиом. Объединение теории и практики.  
*Медведева Н.А., Халилов В.С., Костылев Ф.А., Бакаева Б.Р.*

- 51.** Возможности телемедицины для восстановления онкопациентов после стационарного лечения  
*Тучик Е.С., Шведов Н.С., Иваненко Т.А., Марчук В.В.*
- 52.** Проект радиоизотопного комплекса РИЦ-80 в НИЦ КИ - ПИЯФ. Разработка новых методов получения медицинских радионуклидов.  
*Пантелеев В.Н., Барзах А.Е., Федоров Д.В., Иванов В.С., Молканов П.Л., Орлов С.Ю., Селиверстов М.Д., Волков Ю.М.*
- 53.** Формирование минимального стандарта оснащения ультразвуковыми диагностическими приборами отделений лучевой диагностики стационарных медицинских организаций государственной системы здравоохранения регионов на примере г. Москвы.  
*Морозов С.П., Ветшева Н.Н. Солдатов И.В., Лантух З.А., Киреев С.Г.*

## **МРТ предстательной железы у пациентов с металлоконструкциями.**

*Панина О. Ю., Васильев Ю. А., Семенов Д. С.*

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы  
«Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий  
Департамента здравоохранения города Москвы».

*Контакты: Панина Ольга Юрьевна*  
[olgayurpanina@gmail.com](mailto:olgayurpanina@gmail.com), +7(926)621-01-79

**Цель работы:** показать возможности улучшения визуализации предстательной железы у пациентов с металлоконструкциями тазобедренных суставов по данным МРТ на примере фантомного моделирования и в реальной клинической практике.

**Материал и методы:** с помощью 3D-печати был изготовлен фантом: модель предстательной железы, включающая срезы для центральной и периферической зон, а также поражение залили водным раствором поливинилпирролидона (PVP) в концентрациях 40, 30 и 20% соответственно для моделирования ограниченной диффузии. «Предстательная железа» и имплант из титанового сплава были помещены в цилиндрический фантом, наполненный водой. Сканирование фантома проводилась с помощью стандартного и «улучшенного» протокола.

**Результаты исследований:** стандартный протокол сканирования не позволил визуализировать железу. Использование специального протокола сканирования показало следующие результаты: возможность визуализировать железу, дифференцировать транзиторную и периферическую зону железы. После коррекции небольшие искажения не влияли на измеряемый коэффициент диффузии.

**Заключение:** был разработан фантом для настройки параметров сканирования предстательной железы. Чувствительность диффузионно-взвешенных последовательностей к неоднородности статического магнитного поля В0 приводит к невозможности оценки предстательной железы. Для пациентов с тазобедренными имплантами следует применять заранее сохраненные модернизированные протоколы сканирования, что позволит повысить качество диагностики и сократить время.

## Новые КТ-предикторы развития панкреатического свища в послеоперационном периоде после панкреатодуоденальной резекции

Гальчина Ю.С., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Россия

Контакты: Гальчина Юлия Сергеевна  
[jgalchina@gmail.com](mailto:jgalchina@gmail.com), +79269032357

**Цель исследования:** выделить новые КТ-предикторы развития панкреатического свища в послеоперационном периоде после панкреатодуоденальной резекции при помощи КТ с контрастным усилением на дооперационном этапе

**Материалы и методы:** Ретроспективно было отобрано 144 пациента. Пациенты были разделены на 2 группы в соответствии с КТ-данными о структуре поджелудочной железы: КТ «мягкая»/«твердая» в соответствии с коэффициентом накопления контрастного вещества паренхимой ( $KH = HU_{арт} / HU_{вен}$ ), пороговым значением было число 1: при значении более 1, железу классифицировали как «мягкую», при значении коэффициента менее 1, железу относили к «твердой». В первую группу включено 53 случая, во вторую 91 случай. Оценивали КТ-параметры: КН, толщину железы (мм), диаметр панкреатического протока (мм), плотность дистального отдела железы в нативную фазу (НУ), коэффициент вымывания контрастного вещества паренхимой ( $KB = HU_{выд} - HU_{натив} / HU_{арт} - HU_{натив}$ ). По данным срочного гистологического исследования оценивали количество ацинарных клеток в срезе удаленной железы (%).

**Результаты:** в первой группе в 21 (39,6%) выявлен панкреатический свищ, в 32 (60,4%) случаях п/о период протекал гладко. Во второй группе в 9 (9,8%) случаях выявлен панкреатический свищ, в 82 (90,2%) случаях п/о период протекал гладко. КН ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,000$ ), плотность дистального отдела железы в нативную фазу ( $r = 0,568$ ,  $p = 0,000$ ), толщина железы ( $r = 0,549$ ,  $p = 0,000$ ), КТ «мягкая» структура железы ( $r = 0,374$ ,  $p = 0,000$ ), положительно коррелировали с развитием панкреатического свища и количеством ацинарных клеток. Диаметр протока железы ( $r = -0,339$ ,  $p = 0,001$ ) и КВ ( $r = -0,649$ ,  $p = 0,000$ ) отрицательно коррелировали с развитием панкреатического свища и количеством ацинарных клеток.

Риск развития панкреатического свища в 3,09 раза выше при количестве ацинусов более 72,5%, в 1,8 раза выше при плотности железы в нативную фазу более 35,5 НУ, в 2,76 раза выше при значениях КН больше 0,99, в 2,83 раза выше при значениях коэффициента вымывания менее 0,42, в 2,57 раза выше при диаметре протока железы менее 3,75 мм, в 1,83 раза выше при толщине железы более 16,5 мм.

**Выводы:** При помощи новых КТ-предикторов развития панкреатического свища в послеоперационном периоде, возможно, выделить группу пациентов высокого риска осложненного течения на дооперационном этапе.

## Текстурный анализ в диагностике периферической формы холангиоцеллюлярного рака

Тян А.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Контакты: Тянь Александра Сергеевна,  
[aleksandrtyan1@gmail.com](mailto:aleksandrtyan1@gmail.com), +7(925)3300620

**Цель работы:** Текстурный анализ (ТА) - это быстро развивающаяся область исследований в лучевой диагностике, которая позволяет извлекать, анализировать и интерпретировать количественные характеристики изображений. Целью данной работы было проанализировать основные направления и возможные недостатки в диагностике внутрипеченочной холангиокарциномы (ХК) с помощью ТА.

**Материалы и методы:** В информационно-аналитической системе PubMed произведен поиск научных публикаций за период 2015–2020 гг. по ключевым словам: «radiomics» (радиомика), «texture analysis» (текстурный анализ), «intrahepatic cholangiocarcinoma» (внутрипеченочная холангиокарцинома), в результате которого отобраны резюме 80 статей. После исключения исследований, посвященных техническим аспектам и описанию отдельных клинических случаев, а также анализа полнотекстных статей были отобраны 35 публикаций.

**Результаты:** Представленный обзор продемонстрировал многообещающие результаты использования ТА в диагностике внутрипеченочной ХК, а также широкий спектр его применения на всех этапах оказания помощи пациентам с данным диагнозом.

**Заключение:** ТА в диагностике внутрипеченочной ХК может использоваться для выбора лечения, мониторинга заболевания и прогнозирования результатов лечения, а также сопоставления паттернов визуализации с генными мутациями и характеристикой экспрессии генов, предоставляя так называемые «суррогатные биомаркеры» визуализации, которые могут заменить генетические тесты. Перед широким внедрением ТА необходимо решить множество проблем, включая стандартизацию измерения, постобработку и составление отчетов, а также постоянное определение корреляции с гистологическими результатами.



## Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, при биохимическом рецидиве нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы

*Носов Н.А., Станжевский А.А.*

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. ак. А.М. Гранова» МЗ РФ, Санкт-Петербург

*Контакты:*

[mr.claus93@gmail.com](mailto:mr.claus93@gmail.com), +7-981-862-88-42

**Введение.** Уровни биохимических маркеров, таких как серотонин и хромогранин-А (Сер и ХгА), у пациентов, пролеченных по поводу нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы (НЭО ПЖ), являются важным прогностическим фактором рецидива опухоли. Цель исследования: изучить особенности ПЭТ/КТ с  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATATE у пациентов с подозрением на рецидив НЭО ПЖ.

**Материалы и методы.** ПЭТ/КТ с  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATATE проведена 43 пациентам, которые до этого получали различное лечение по поводу НЭО ПЖ. От каждого пациента, помимо информированного согласия, получены данные о проведенном лечении, уровни Сер и ХгА не ранее 1 месяца перед ПЭТ/КТ, иммуногистохимическое заключение. По результатам ПЭТ/КТ у каждого пациента производился подсчет общего количества  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATATE-позитивных патологических очагов (ПО), а также наибольший уровень стандартизованного показателя захвата (SUV<sub>lbm</sub>) среди ПО. Рассчитана зависимость (коэффициент корреляции Спирмана) количества ПО от уровней Сер и ХгА; наибольшего SUV от уровней Сер и ХгА; чувствительность, специфичность, положительное и отрицательное прогностические значения (PPV и NPV), проведен гос-анализ. Контроль выявленных ПО осуществлялся частично путем хирургического и рентгенэндоваскулярного лечения, частично за счет других лучевых методов исследований, а также повторных визитов на ПЭТ/КТ с оценкой динамики процесса.

**Результаты.** У 37 из 43 пациентов выявлены  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATATE-позитивные (ПО), которые расценены как опухолевые. У 35 из 37 пациентов в дальнейшем подтверждена опухолевая природа описанных ПО. Из 37 пациентов у 2 посредством других методов исследований опухолевая природа ПО опровергнута. У 6 пациентов из 43 с «негативными» результатами рецидивы не выявлены и при других методах исследований. Зависимость количества ПО от уровней Сер и ХгА составила 0,643 и 0,576 соответственно ( $p=0,001$ ); SUV от уровней Сер и ХгА 0,476 и 0,50 ( $p=0,001$ ); чувствительность 100%, специфичность 75%, PPV 94,6%, NPV 100%; наименьшие уровни маркеров, при которых определялись ПО – Сер 60 нг/мл, ХгА 43 нг/мл. Площадь под кривой составила для Сер и ХгА 0,754 и 0,768. Рассчитаны оптимальные уровни Сер и ХгА, при которых стоит назначать ПЭТ/КТ – 92 и 56 нг/мл соответственно. При этих уровнях чувствительность составит 84%, специфичность 63%.

**Заключение.** ПЭТ/КТ с  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATATE стоит рассматривать как один из приоритетных методов выявления рецидивов НЭО ПЖ.

## **Диагностика новообразований гортани и гортаноглотки методом чрескожной гарпунной биопсии под ультразвуковым контролем**

*Дайхес Н.А., Гафурова А.И., Данзанова Т.Ю., Виноградов В.В.,  
Зубарева Е.А.*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии  
медико-биологического агентства», Москва  
Кафедра ультразвуковой диагностики РНИМУ им. Н.И.Пирогова

**Цель исследования:** Повышение эффективности диагностики новообразований гортани и гортаноглотки с применением чрескожной гарпунной биопсии под ультразвуковым контролем.

**Материалы и методы:** С помощью ультразвукового исследования определяется новообразование, его локализация и глубина от поверхности, характер васкуляризации, топографическо-анатомическое расположение относительно окружающих органов, тканей, магистральных сосудов шеи. Далее выбираем наиболее удобный и безопасный участок для проведения гарпунной биопсии с использованием линейного датчика. Проводится забор биоптата с помощью автоматического прибора для тканевой биопсии, в зависимости от глубины залегания новообразования на нем устанавливается длина выходящей части гарпуна.

После обработки операционного поля под местной инфильтрационной анестезией выполняется чрескожная пункция, глубина и направление продвижения гарпунного стилета контролируется нажатием на рычаг устройства. Срезается фрагмент ткани из толщи опухоли, после чего стилет извлекается наружу. Полученный столбик биопсийного материала, диаметром до 0,2 см достаточен для выполнения как гистологического, так и иммуногистохимического исследования.

**Результаты:** Нами проведено 29 исследований по методике чрескожной гарпунной биопсии под ультразвуковой навигацией. В 98% случаев получено подтверждение злокачественного поражения органа, а именно, верифицирован плоскоклеточный рак различной степени дифференцировки. К осложнениям можно отнести умеренно выраженный болевой синдром (до 10% случаев) и гематома в области биопсии (до 3% случаев), которые купировались локальной гипотермией и однократным назначением анальгетиков.

**Выводы:** Чрескожная гарпунная биопсия под контролем ультразвуковой навигации с последующим морфологическим исследованием является малоинвазивным методом, позволяющим получить достаточное количество материала для гистологической верификации диагноза, что необходимо для определения тактики дальнейшего лечения. Разработанный метод можно применять в амбулаторных условиях, так как количество осложнений минимально. Кроме того, при исследовании оценивается топическое расположение опухоли и ее соотношение с окружающими органами и тканями.

## Ультразвуковая диагностика при поражении периферических лимфатических узлов.

*С.В. Быкова, Л. Ю. Семенова, Н. В. Ядринцева*

АУ «Республиканский клинический онкологический диспансер»  
Минздрава Чувашии, г. Чебоксары.

*Контакты:*

[svetlana-krasnov@bk.ru](mailto:svetlana-krasnov@bk.ru), +7 (905)029-79-66

**Цель исследования.** Анализ эффективности ультразвуковой диагностики с использованием цветового доплеровского картирования, энергетической и спектральной доплерографии в дифференциальной диагностике патологии периферических лимфатических узлов.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на современных ультразвуковых сканерах Toshiba Aplio и Toshiba Xario с использованием линейных мультислотных датчиков 5 - 15 МГц. В основу работы положены результаты ультразвукового исследования периферических лимфатических узлов 132 пациентов, обследованных в 2020 году по поводу увеличенных периферических лимфатических узлов. Из них у 35 (26,5%) пациентов диагностирован неспецифический лимфаденит, у 16 (12,1%) – лимфопролиферативные заболевания, группа пациентов с метастатическими изменениями в периферических лимфатических узлах составила 81 (61,4%) человек. С целью верификации диагноза осуществлялось наблюдение за всеми пациентами до проведения гистологического или цитологического исследования. В большинстве случаев забор материала для последующей морфологической верификации проводился под ультразвуковым контролем.

**Результаты.** Основными критериями в дифференциальной диагностике патологии периферических лимфатических узлов являются следующие признаки: увеличение размеров, нарушение дифференцировки между корковым и медуллярным (зона ворот) слоем, неровность контуров, появление участков некроза и признаки неоваскуляризации.

По нашим данным для неспецифического лимфаденита более характерна овальная форма лимфатического узла – у 29 (82,9%) пациентов, округлая форма – у 6 (17,1%), четкие, ровные контуры – у 35 (100%), сохранность дифференцировки между корковым и мозговым слоем – 35 (100%) больных, увеличение размеров лимфатических узлов – 35 (100%), типичное расположение сосудов в центральной зоне – 35 (100%).

Наиболее часто встречающимися ультразвуковыми признаками, указывающими на метастатические изменения периферических лимфатических узлов являются: округлая форма – у 72 (88,9%) пациента, овальная форма – у 9 (11,1%), неровные контуры – у 74 (91,4%), отсутствие центрального мозгового слоя (ворот) – у 72 (88,9%), деформация ворот с утолщением коркового слоя более 0,5 см – у 9 (11,1%), увеличение размеров лимфатических узлов – у 81 (100%), гиперваскуляризация в участках неоангиогенеза – у 55 (68%), появление анэхогенных участков некроза – у 15 (18,5%) больных. При метастатическом поражении лимфатических узлов в нашем исследовании локализация в одной группе определялась у 63 (77,8%) пациентов, поражении двух и более зон – у 18 (22,2%).

Для поражения периферических лимфатических узлов при лимфопролиферативных заболеваниях более характерно: округлая форма – у 15 (93,8%) пациентов, неровные контуры – у 14 (87,5%), отсутствие центрального мозгового слоя (ворот) – у 5 (31,3%) или деформация ворот с утолщением коркового слоя более 0,5 см – у 11 (68,7%), выраженное увеличение размеров лимфатических узлов – у 16 (100%), гиперваскуляризация при ЦДК – у 14 (87,5%), чаще поражение двух и более зон периферических лимфатических узлов – у 13 (81,2%) больных.

Выраженные трудности при ультразвуковом исследовании вызывает дифференциальная диагностика между первичным и вторичным поражением лимфатических узлов. Окончательная верификация диагноза возможна только после цитологического и гистологического исследований.

**Выводы.** Таким образом, ультразвуковая диагностика является неотъемлемым этапом в выявлении и последующей морфологической верификации патологически измененных периферических лимфатических узлов. Также ультразвуковая диагностика – это метод, который в последующем позволяет оценивать динамику изменений в лимфатических узлах для коррекции проводимого лечения.

## Неинвазивная диагностика печени при диффузных заболеваниях методом Fusion-US: контраст-усиленное ультразвуковое исследование и Combi-Elasto

*Тиханкова А.В., Борсуков А.В.*

Проблемная научно – исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии», ФГБОУ ВО СГМУ, Смоленск

*Контакты:*

[annatikh67@mail.ru](mailto:annatikh67@mail.ru), +79525309077

**Цель:** Сравнить диагностические возможности ультразвуковых режимов - контраст-усиленного ультразвукового исследования (КУУЗИ) и Combi – Elasto в диагностике диффузных заболеваний печени.

**Материалы и методы:** В 2020 г. на базе ПНИЛ СГМУ проведено обследование 14 пациентов в возрасте 32 – 70 лет (медиана возраста -  $51 \pm 1,2$  лет) из них 8 мужчин (57,1 %) и 6 женщины (42,9 %). Все пациенты были разделены на 2 группы: 1 гр. (n=7) составили пациенты с хроническими вирусными гепатитами В и С в стадии обострения; 2 гр. (n=7) – пациенты с хроническими вирусными гепатитами В и С в стадии ремиссии. Критерии включения: согласие на участие в исследовании, возраст старше 18 лет, установленные диагнозы хронического вирусного гепатита В или С. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании, отсутствие хронических вирусных гепатитов В или С. Всем пациентам было проведено мультипараметрическое ультразвуковое исследование печени: КУУЗИ с 1,0 мл контрастного препарата с последующим анализом количественных (начало артериальной фазы ТОА, время достижения максимальной интенсивности контрастирования ТТР, максимальная интенсивность контрастирования PI, период полувыведения контрастного препарата НТWo) и качественных параметров (симметричность, интенсивность накопления и выведения контрастного препарата, наличие очагов неоднородности и задержки контрастного препарата) параметров контрастирования, одновременно с этим - Combi-Elasto с оценкой таких показателей, как степень фиброза (F), выраженность активности процесса (A) и степень стеатоза (S) - режим Fusion-US. Длительность динамического наблюдения 1 месяц.

**Результаты:** При оценке диагностической эффективности комплекса УЗ режимов у пациентов 1 гр. степень согласия между КУУЗИ и Combi-Elasto была умеренная – коэффициент каппа Кохена 0,51 (рис. 2,3), а у пациентов 2 гр. – значительная (0,73). При этом степень согласия между УЗ-режимами по мере снижения степени цитолиза увеличивалась, так через 1 мес. динамического наблюдения коэффициент каппа Кохена у пациентов 1 гр. составлял 0,59.

**Заключение:** В диагностический алгоритм при хронических вирусных гепатитах в стадии обострения на первоначальном этапе целесообразно включать совместное проведение Combi-Elasto и КУУЗИ для комплексной объективной оценки состояния печени, а в дальнейшем при затухании воспалительного процесса для мониторинга изменений будет достаточно проведение Combi-Elasto. Проведение комплексного мультипараметрического УЗИ печени позволяет оптимизировать существующий алгоритм, определить степень поражения печени с построением дальнейшего прогноза, что дает возможность подобрать адекватную лечебную тактику с положительным результатом.

## **Опыт применения рентгеновской остеоденситометрии для диагностики остеопении у женщин с повышенной массой тела и ожирением.**

*Липовка С.Н., Липовка А.Л., Гончарова А.Ю., Баранов И.А., Иванова А.С.*

Воронежский областной клинический консультативно-диагностический центр,  
г. Воронеж

*Контакты: Липовка Александр Леонидович,  
[lipovka3@gmail.com](mailto:lipovka3@gmail.com), 89155851832*

**Цель работы.** С целью ранней диагностики остеопении и остеопороза изучить возможности двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) на этапах скрининга.

**Материалы и методы.** Проведена рентгеновская остеоденситометрия с использованием цифрового рентгеновского денситометра LUNAR Prodigy Advance (GE) с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и технологии узкого веерного пучка. Исследование проведено 63 женщинам в возрасте от 45 до 57 лет, имеющих повышенную массу тела и ожирение (ИМТ в диапазоне 25-33). Все пациентки не имели клинических жалоб, проводилась денситометрия двух анатомических областей (бедро, поясничный отдел позвоночника).

**Результаты:** анализ проведенных исследований показал, что у 4 (6%) пациенток T-критерий имел нормальные значения (0,2 - 1,0), у 22 (35%) пациенток T-критерий составлял (-1,0), у 30 (48%) пациенток T-критерий находился в диапазоне (-1,0 – -1,5), у 7 (11%) пациенток был выявлен T-критерий (-1,0 – -2,5).

**Выводы:** в результате проведенного исследования с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) определена частота остеопении в соответствии с критериями ВОЗ у пациенток с повышенной массой тела и не имеющих клинических жалоб на момент проведения исследования. Рентгеновская денситометрия является достоверным методом диагностики остеопении и остеопороза.

## **Текстурный анализ в предоперационном определении степени дифференцировки нейроэндокринных опухолей поджелудочной железы.**

*Груздев И. С., Тихонова В. С., Замятина К. А., Кондратьев Е. В., Глотов А. В., Кармазановский Г. Г.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

*Контакты: Груздев И.С.  
[gruzdev\\_van@mail.ru](mailto:gruzdev_van@mail.ru), +7(903)5179320*

**Цель работы:** текстурный анализ – это новая методика, позволяющая вычислять от десятков до тысяч количественных характеристик пиксела или воксела изображения. Текстуальные показатели нейроэндокринных опухолей (НЭО) поджелудочной железы зависят от их гистологической структуры и степени дифференцировки (или грейда). Целью данной работы было сравнить текстурные характеристики НЭО различной степени дифференцировки.

**Материалы и методы:** 79 пациентов с морфологически верифицированными НЭО поджелудочной железы и данными иммуногистохимического анализа были ретроспективно отобраны в исследование. Критерием включения была выполненная предоперационная КТ органов брюшной полости с обязательным наличием артериальной и венозной фазы исследования. Были вычислены 52 текстурных показателя для каждой фазы исследования и проведено их сравнение у НЭО грейд 1 и НЭО грейд 2/3.

**Результаты:** были выявлены статистически значимые различия в 18, 28, 35, 16 текстурных показателях из 52 для нативной, артериальной, венозной и отсроченной фаз исследования, соответственно ( $p < 0.05$ ). Наибольшая точность была обнаружена у показателей GLZLM\_ZLNU в артериальную и SHAPE\_Compacity в венозную фазы исследования.

**Заключение:** показатели текстурного анализа зависят от степени дифференцировки НЭО поджелудочной железы и могут повысить точность предоперационную дифференциальной диагностики.

## Текстурный анализ в диагностике гепатоцеллюлярного рака

*М. Ю. Шантаревич*

ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва, Россия

*Контакты:* [shantarevichm@list.ru](mailto:shantarevichm@list.ru), 8 917-526-83-26

**Цель работы:** изучить возможности применения текстурного анализа на всех этапах диагностики гепатоцеллюлярного рака (ГЦР), как для первичной диагностики, так и для оценки проведенного лечения.

**Материалы и методы:** Проведен обзор и анализ публикаций, доступных в базе данных медицинских и биологических публикаций “PubMed”, по ключевым словам: “HCC”, “radiomics” “radiogenomics”, “texture analysis”.

Текстурный анализ представляет собой извлечение большого числа количественных признаков в пределах области интереса из компьютерно-томографических (КТ) и магнитно-резонансных (МР) изображений с использованием компьютерных алгоритмов. В то время, как биопсия является инвазивным вмешательством, позволяющим оценить материал, взятый из одного участка опухоли, не учитывая внутриопухолевую гетерогенность, которая также может развиваться со временем и в ответ на лечение, применение текстурного анализа дает нам ценную информацию о гистологической структуре всей опухоли, степени ее дифференцировки и наличии микроваскулярной инвазии. Данные научных публикаций демонстрируют многообещающие возможности применения текстурного анализа на всех этапах ведения пациента с ГЦР от дифференциальной диагностики и определения прогноза конкретного пациента до выбора оптимальной тактики лечения и оценки эффективности, как радикальных оперативных вмешательств, так и методов локорегионального воздействия и химиотерапии. Среди ограничений применения текстурного анализа авторы отмечают низкую воспроизводимость полученных результатов, обусловленную различными параметрами при получении первичных диагностических изображений. Кроме того, часть представленных исследований была выполнена на небольших выборках изображений. На сегодняшний день многие авторы сходятся во мнении о необходимости создания единой базы медицинских изображений и сравнении результатов, полученных в разных центрах для определения надежных и воспроизводимых диагностических признаков, выявляемых при текстурном анализе.

**Заключение:** Проанализировав имеющуюся литературу, можно сделать вывод, что текстурный анализ является перспективным направлением в лучевой диагностике ГЦР и, несмотря на существующий на сегодняшний день ряд ограничений для его широкого клинического применения, требует дальнейшего изучения. В ближайшем будущем нами будут представлены собственные результаты применения текстурного анализа в диагностике ГЦР.



## **Роль количественных антропометрических характеристик в абдоминальной онкологии: предварительные результаты.**

*Лядов В.К., Мартиросян Э.А., Васильев Ю.А.*

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы "Городская клиническая онкологическая больница №1 Департамента здравоохранения города Москвы

*Контакты: Мартиросян Э.А.,  
[robatik2009@mail.ru](mailto:robatik2009@mail.ru), +7(926)140-09-65*

**Цель работы:** Компьютерная томография высокого разрешения, выполняемая для динамического наблюдения у онкологических пациентов, дает ценную информацию об антропометрических характеристиках тела, и позволяет исследовать взаимосвязь между саркопенией и токсичностью химиотерапевтических препаратов. Цель работы - описание предварительных результатов прогностического влияния полученных параметров на токсичность химиотерапии.

**Материалы и методы:** в исследование было включено 25 пациентов (возраст от 51 до 82 лет, средний возраст 67,3 года). Параметры состава тела, включая массу скелетной мускулатуры, площадь подкожной жировой клетчатки и площадь висцерального жира, оценивали по одному аксиальному нативному КТ-изображению, полученному на уровне 3-го поясничного позвонка (L3) с помощью специализированного программного обеспечения sliceOmatic. Саркопению определяли как состояние, при котором объем скелетной мускулатуры находится в диапазоне ниже 2 стандартных отклонений от средней величины данного показателя у здоровых взрослых людей. Статистически значимыми считали различия при значении  $p < 0,05$ .

**Результаты:** Исследование показало, что различные антропометрические показатели могут влиять на переносимость и токсичность химиотерапии. В то же время определение истинного прогностического значения изменений состава тела у больных с раком требует, несомненно, проведения многофакторного статистического анализа на большой выборке пациентов. Немаловажным при планировании исследований в этой области является также учет динамики показателей состава тела.

**Заключение:** Доказательства тесной связи между саркопенией и токсичностью химиотерапии растут. Конечная цель - улучшение идентификации пациентов с повышенным риском развития токсичности и снижение токсичности за счет дозирования, основанного на составе тела.

## Новое в подготовке к КТ колонографии

Мещеряков А.И.<sup>1,2</sup>; Гурова Н.Ю.<sup>2</sup>; Пугачева О.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий  
Департамента здравоохранения города Москвы, Москва;

<sup>2</sup> ФГБУ «Поликлиника № 3» Управления делами Президента Российской Федерации,  
Москва.

*Контакты: Мещеряков Андрей Иванович*

[aim.radiologist@gmail.com](mailto:aim.radiologist@gmail.com); +7(916)-635-86-75

**Цель:** Выявить основные тенденции в исследованиях по подготовке к КТ колонографии (КТК) за последние 5 лет.

**Материалы и методы:** Был выполнен поиск научных публикаций, посвященных подготовке к КТК за последние 5 лет с использованием сервисов PubMed, Web of Science и Cochrane. Публикации включались, если они касались тем диеты, подготовки слабительным препаратом, маркировки остаточного кишечного содержимого (ОКС), растяжения кишки и использования спазмолитика.

**Результаты:** 10 из 413 исследований было включено в анализ. 1 исследование посвящено диете при КТК; 3 исследования маркировке ОКС, 5 исследований слабительным препаратами и облегченной схеме подготовки, 1 исследование растяжению кишки. В работе Bellini выявлено, что соблюдение диеты не влияет на качество подготовки, тогда как переносимость подготовки лучше в группе без соблюдения диеты. В 3 работах было выявлена лучшая переносимость облегченной подготовки с уменьшенным объемом слабительного препарата. В работе Utano изучался минимальный объем слабительного препарата, который составил 400 мл гипертонического раствора (полиэтиленгликоль в сочетании с аскорбиновой кислотой). В 2 работах проводилось сравнение КТК с облегченной подготовкой с другими методами (Utano с анализом кала на скрытую кровь, в работе Senoge с сигмоскопией). В обеих работах была выявлена хорошая переносимость КТК с облегченной подготовкой. В исследовании Saluja изучалось оптимальное временное интервал после незавершенной колоноскопии, который составил  $256,4 \pm 24,4$  минуты до начала исследования. Исследование Perry продемонстрировало лучшее качество маркировки йод-контрастным препаратом по сравнению с барием. Наконец работа Takahashi выявила лучшее растяжение кишки при использовании сканирования на левом и правом боку по сравнению с комбинацией на спине и животе.

**Заключение:** Облегченная подготовка является основным трендом в подготовке к КТК. Снижение объема слабительного препарата и отказ от соблюдения диеты облегчает переносимость подготовки и повышает комплаенс.

## **Прогностическая роль диффузионно-взвешенных изображений магнитно-резонансной томографии при местнораспространенном плоскоклеточном раке шейки матки.**

*Зидиханов Дамир Ильшатович, Ларюков Андрей Викторович, Шакирова Эльмира Жамилевна.*

ГАУЗ «РКОД МЗ РТ», Казань.

*Контакты:*

[mf469777@yandex.ru](mailto:mf469777@yandex.ru), +7 (987) 276 39 56

**Цель исследования.** Определение прогностической роли диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) магнитно-резонансной томографии (МРТ) при местнораспространенном плоскоклеточном раке шейки матки.

**Материал и методы.** В ГАУЗ «РКОД МЗ РТ» с 2019 по 2020 год в рамках научного проекта обследованы 66 пациенток с плоскоклеточным раком шейки матки. МРТ выполнялась для оценки распространенности процесса (первичное исследование) и через 6 недель с момента завершения радикальной химиолучевой терапии для поиска остаточной опухоли, то есть – для оценки эффекта лечения (контрольное исследование). Все исследования выполнялись на МР-томографе напряженностью магнитного поля 3Тл. Измеряемый коэффициент диффузии (ИКД) рассчитывался при первичном исследовании автоматически на рабочей станции томографа в определенной области (ROI), обозначенной вручную, которая соответствовала опухолевой массе.

**Результаты и их обсуждение.** По данным первичного исследования у всех пациенток выявлена была выявлена местнораспространенная форма рака шейки матки. Измеряемый коэффициент диффузии первичной опухоли варьировал в интервале 0,27-1,08 мм<sup>2</sup>/с. Через 6 недель с момента завершения радикальной химиолучевой терапии, по результатам контрольного исследования, выявлено 56 пациенток с полным ответом и 10 пациенток - с частичным ответом (с МР-признаками остаточной опухоли). Пациентки с МР-признаками остаточной опухоли были прооперированы; во всех случаях отмечено совпадение МР-данных с патоморфологическим материалом. Значения ИКД первичной опухоли у пациенток с частичным ответом составили 0.75 мм<sup>2</sup>/с и менее. Таким образом, риск сохранения остаточной опухоли и продолженного роста после проведенной радикальной химиолучевой терапии местнораспространенного рака шейки матки повышался при значениях ИКД первичной опухоли в интервале 0.75 мм<sup>2</sup>/с и менее.

**Выводы.** Основываясь на предварительные результаты данного наблюдения, допустимо предположить, что диффузионно-взвешенные изображения и измеряемый коэффициент диффузии, получаемые при МРТ, обладают прогностической значимостью у пациенток с местнораспространенным плоскоклеточным раком шейки матки, позволяя выбрать подходящую тактику дальнейшего ведения.

## Мезотелиома плевры у пациента 73 лет (клинический случай)

Серик К.В. Тлищева Ф.Д.

ГБУ РО ОНКОДИСПАНСЕР, Ростов-на-Дону

Контакты:

[kristafina@yandex.ru](mailto:kristafina@yandex.ru), 89518266802

**Цель.** Описание лучевой картины верифицированного случая мезотелиомы плевры

**Материалы и методы.** Пациент 73 года считает себя больным в течении нескольких лет после перенесенного пневмоторакса справа. Постоянно получал терапию по поводу болевого синдрома в грудной клетке. Ухудшение в сентябре 2018 года. Обследован в РОКБ, направлен на МРТ грудного отдела позвоночника, после чего был направлен в ОДРО. В ОДРО было выполнено КТ ОГК

**Результаты и обсуждения.** При МРТ грудного отдела позвоночника-МР-признаки инфильтративных изменений плевры правого легкого(мезотелиома?). Мр признаки дистрофических изменений грудного отдела позвоночника(остеохондроз). МР-признаки спондилоартроза Th3-12 сегментов. Периневральные кисты на уровне Th6-12 сегментов. Сколиоз 2ст. Гемангиома тела Th10.

При СКТ ОГК на всем протяжении определяется неравномерное утолщение костальной и медиастинальной плевры правой половины грудной клетки. В верхней доле слева определяются буллы до 40 мм. Лимфоузлы средостения увеличены за счет все групп до 20 мм. Пациент консультирован торакальным хирургом, принято решение о проведении трансторакальной пункции.

При гистологическом исследовании злокачественная эпителиоидноклет.опухоль, при ИГХ-мезотелиома

Мезотелиома плевры-злокачественная опухоль, которая возникает при трансформации мезотелиальных клеток и поражает висцеральную и париетальную плевру. Заболеваемость мезотелиомой тесно связана с производственными вредностями, а именно - контактом с асбестом. Риск развития мезотелиомы плевры выше у лиц, занятых в горнорудной и обрабатывающей промышленности. У работников асбестового производства мезотелиомы плевры встречается в 300 раз чаще, чем у лиц, не контактирующих с асбестом. Латентный период между первым контактом с асбестом и возникновением опухоли обычно составляет 30-40 лет. Наиболее часто заболевание диагностируется в возрасте 60-70 лет. В последние годы появляются указания на вирусную природу болезни (вирус SV-40) и генетическую предрасположенность. Мезотелиома плевры вызывает такие неспецифические симптомы, как боли в груди, одышка, сухой мучительный кашель, прогрессирующая кахексия. В запущенных стадиях, связанных с прорастанием и сдавлением опухолевым конгломератом соседних структур, выявляются дисфония и дисфагия, синдром верхней полой вены и тахикардия. Мезотелиома плевры протекает очень агрессивно, часто обнаруживается уже на поздних стадиях, поэтому исход заболевания обычно неблагоприятный – выживаемость, как правило, не превышает 1-2 лет после установления диагноза. Гистологические подтипы мезотелиомы включают в себя 3 формы: эпителиоидную, бифазную или смешанную и саркоматоидную. Наиболее часто встречается эпителиоидная – у 50-70%, бифазная – у 20-25%, саркоматоидная – у 7-20% пациентов, другие варианты (лимфогистиоцитарная, децидуальная, анапластическая, папиллярная, миксоидная мезотелиома). Диагностика мезотелиомы плевры включает в себя сбор анамнеза, физикальное обследование, компьютерную томографию или МРТ (диагноз мезотелиомы плевры невозможно поставить на обычных рентгенограммах). Обзорная рентгенография органов грудной клетки может лишь ориентировочно указывать на мезотелиому плевры такими признаками, как наличие гидроторакса, утолщение париетальной плевры, уменьшение объема грудной полости,

смещение органов средостения. УЗИ плевральной полости помогает определить объем экссудата в плевральной полости, а после его эвакуации оценить состояние серозной оболочки легкого.

Окончательное подтверждение диагноза и определение стадии мезотелиомы плевры становится возможным после выполнения КТ легких. На КТ легких визуализируется узловое или диффузное утолщение плевры и междолевых щелей, плевральный выпот, прорастание опухолевых масс в грудную стенку, средостение, диафрагму. Дифференциальный диагноз проводится между метастазами по плевре различных первичных опухолей (легкого, толстой кишки, яичников, молочной железы и др, а также синовиальной саркомы).

**Выводы:** Мезотелиома плевры-злокачественная, агрессивная опухоль. На КТ может проявляться как узловое или диффузное утолщение плевры, гидроторакс. Все случаи мезотелиомы плевры, выявленные с помощью лучевых методов диагностики, должны быть морфологически верифицированы, так как патогномоничных признаков при лучевой диагностик нет. Доступным методом получения плеврального содержимого для цитологического анализа является торакацентез. При отсутствии ответа, чрескожная биопсия выполняется париетальной плевры. Однако чувствительность этих методов в среднем составляет всего 50-60%. Поэтому наиболее достоверными в диагностическом отношении являются торакоскопическая или открытая биопсия, которые не только обеспечивают визуальный контроль при заборе материала, но позволяет уточнить стадию опухолевого процесса, оценить операбельность опухоли. Диагноз МП может считаться на 100 % доказанным только после ИГХ

## **Сравнительный анализ цифровой маммографии, контрастной спектральной двухэнергетической маммографии и маммосцинтиграфии на специализированной гамма-камере в диагностике рака молочной железы**

*Чёрная А.В., Ульянова Р.Х., Новиков С.Н., Крживицкий П.И., Криворотько П.В., Данилов В.В., Зайцев А.Н.*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*Контакты: Чёрная Антонина Викторовна,  
[dr.chernaya@mail.ru](mailto:dr.chernaya@mail.ru), +79217441920*

**Цель:** оценить диагностическую эффективность цифровой маммографии (ММГ), контрастной спектральной двухэнергетической маммографии (КСДМ) и маммосцинтиграфии на специализированной маммосцинтиграфической гамма-камере (МСГс) при выявлении рака молочной железы (РМЖ).

**Материалы и методы:** Исследования выполнялись на цифровом маммографе с функцией КСДМ. Всем проводилась ММГ обеих молочных желез (МЖ) в стандартных проекциях и КСДМ с в/в введением неионного йод-содержащего контрастного вещества. Оценку результатов производили по системе BI-RADS. МСГс выполняли на специализированной маммосцинтиграфической гамма-камере после в/в введения  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI («Технетрил», Диамед) в тыльную вену стопы для исключения билатерального процесса.

В исследование были включены данные 446 пациенток (средний возраст 50 лет). В группе было выявлено 287 (64,3%) – доброкачественных образований, 159 (35,7%) – злокачественных образований. Все выявленные образования гистологически верифицированы.

**Результаты:** Чувствительность КСДМ в сравнении с ММГ повышалась с 87% до 98% ( $p=0,3$ ), специфичность с 80% до 96% ( $p=0,01$ ), точность с 81% до 95% ( $p=0,01$ ). Прогностическая точность положительных результатов с 80% до 93% ( $p=0,01$ ), а прогностическая точность отрицательных результатов с 91% до 98% ( $p=0,09$ ).

Стоит отметить тот факт, что по нашим результатам и данным зарубежных авторов у МСГс имеются очевидные перспективы, связанные с появлением специализированных маммосцинтиграфических гамма-камер с новым поколением CZT детекторов высокого разрешения, адаптированных к геометрии молочных желез. Основными преимуществами МСГс и КСДМ по сравнению с ММГ и МСГ на неспециализированной камере является возможность визуализации образований при плотном фоне МЖ и обнаружение РМЖ небольших размеров (менее 10 мм).

Предварительные результаты МСГс оказались сопоставимы с КСДМ и указывают на ее эффективность при выявлении новообразований диаметром от 3 мм до 10 мм и возможности более точно определять величину интрадуктального компонента.

**Заключение:** В настоящий момент МСГс и КСДМ являются наиболее информативными и доступными методами уточняющей диагностики выявления РМЖ.

## Сравнительная оценка методик лучевой терапии при облучении средостения у больных лимфомами с помощью IMRT, В-VMAT, 3DCRT

Виноградова Ю.Н., Фоминцева М.С., Васильева А.В., Шендерова И.А., Стороженко Л.А., Ильин Н.В.

ФГБУ "РНЦРХТ им. Ак. А.М. Гранова" Минздрава России, Санкт-Петербург

Контакты:

[maria.fomintseva@gmail.com](mailto:maria.fomintseva@gmail.com), +79216304485

**Целью** нашей работы было сравнить дозовые нагрузки, которые получают сердце, легкие и МЖ при облучении лимфом средостения 3 разными методиками: IMRT, В-VMAT, 3DCRT.

**Материалы и методы.** Для 7 пациенток с лимфомой средостения был посчитан план лучевой терапии (ЛТ) по каждой из указанных методик. Энергия фотонов 6 МэВ, доза, подводимая к очагу: 30Гр за 15 фракций, покрытие планируемого объема мишени (PTV): 98% PTV охвачено не менее чем 95%-изодозой. Расчет IMRT, В-VMAT планов выполнялся путем инверсного планирования, а 3DCRT – прямого планирования с использованием алгоритма Монте-Карло.

**В результате** исследования с вероятностью  $p < 0.05$  были оценены: средний объем PTV ( $620 \pm 170$ ) см<sup>3</sup>, МЖ ( $710 \pm 660$ ) см<sup>3</sup> и сердца ( $590 \pm 90$ ) см<sup>3</sup>; объем МЖ, облучаемый в дозе 4Гр и выше ( $V_{4МЖ}$ ) ( $22 \pm 10$ )%, ( $12 \pm 13$ )%, ( $20 \pm 19$ )%,  $V_{20Легкие}$ , ( $25 \pm 3$ )%, ( $21 \pm 4$ )%, ( $24 \pm 4$ )%;  $V_{25Сердце}$  ( $25 \pm 12$ )%, ( $25 \pm 12$ )%, ( $34 \pm 20$ )%,  $V_{5Сердце}$  ( $44 \pm 24$ )%, ( $55 \pm 24$ )%, ( $46 \pm 24$ )%, а также средняя ( $29,8 \pm 0,2$ )Гр, ( $30,0 \pm 0,6$ )Гр и ( $30,4 \pm 0,6$ )Гр и максимальная доза ( $31,8 \pm 0,4$ )Гр, ( $32,0 \pm 1,2$ )Гр и ( $32,8 \pm 0,6$ )Гр на область сердца, находящуюся внутри PTV, для методик IMRT, В-VMAT, 3DCRT соответственно.

**Выводы.** При охвате 98%PTV-95% предписанной дозы IMRT методика позволяет значительно повысить индекс конформности плана и добиться минимальной нагрузки на сердце по всем исследуемым показателям, но показывает наибольшую нагрузку по легким - и средней дозе, и  $V_{20}$ . В-VMAT методика позволяет заметно снизить  $V_{4МЖ}$  при сохранении минимальных  $V_{25Сердце}$  и  $V_{20Легкие}$ . В то же время несмотря на низкую среднюю дозу на область сердца внутри PTV средняя доза на все сердце при данной методике выше по сравнению с IMRT методикой за счет увеличения  $V_{5Сердце}$ . Стандартная 3DCRT методика позволяет добиться наименьшей средней дозы на легкие, но не показала преимуществ в отношении остальных рассматриваемых критических органов. Разброс данных обусловлен большой вариабельностью физиологических параметров пациентов, с целью уточнения полученных данных запланировано продолжение исследования.

## Оценка отступов STV-PTV для пациентов с диагнозом рак предстательной и молочной железы в ФГБУ "РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова" Минздрава России

*Васильева А.В. \*, Фоминцева М.С., Стороженко Л.А., Виноградова Ю.Н., Анохина А.С., Кошкин Ю.А., Вершинский Д.В., Тришкина Е.В., Иванова Е.И., Мальшева Л.Г., Некласова Н.Ю., Кузнецов А.Д.*

ФГБУ "РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова" Минздрава России, Санкт-Петербург

*Контакты:*

[vasileva.rcrst@gmail.com](mailto:vasileva.rcrst@gmail.com), +79531443384

**Цель работы:** оценить отступы STV-PTV для пациентов с диагнозом рак предстательной и молочной железы в ФГБУ "РНЦРХТ им. Ак. А.М. Гранова" Минздрава России

**Материал и методы.** В исследование включено 49 пациентов с раком предстательной железы (РПЖ) и 90 пациенток с раком молочной железы (РМЖ). Фиксация пациентов с РПЖ осуществлялась с помощью подколеников и фиксаторов стоп, а пациентов с РМЖ - с помощью системы BreastBoard. Разметка изоцентра производилась на СТ симуляторе с системой независимых лазеров. Контроль укладки осуществлялся еженедельно системой портальной визуализации (снимки производились с 0° и 270° для пациентов с РПЖ и с 0° и двух тангенциальных лечебных полей для пациентов с РМЖ). Отступ STV-PTV был рассчитан в 3-х направлениях (латерально-медиальном (ЛМ), верхне-нижнем (ВН) и передне-заднем (ПЗ)) по формуле Ван Херка для 95% вероятности покрытия мишени у 90% пациентов [1]. База данных точности укладки пациентов была сформирована и обработана с помощью разработанной в нашем Центре программы ASU (python 3.4 [2], R 4.0.3 [3]).

**Результаты исследования:** было проанализировано 277 и 527 портальных снимков для пациентов с РПЖ и РМЖ соответственно. На основе проведенного анализа было оценено интер-фракционное движение мишени по костным структурам и отступ STV-PTV (информация о погрешностях оконтуривания и интра-фракционном движении мишени была взята из литературы [4, 5]).

Для ПЖ систематические ошибки ( $\sum_{\text{set up}}$ ) были оценены равными (0,2; 0,1; 0,2) см, случайные ошибки ( $\sigma_{\text{set up}}$ ) - (0,2; 0,2; 0,2) см и отступ STV-PTV ( $m_{\text{PTV}}$ ) - (0,6; 0,5; 0,6) см в ЛМ, ВН и ПЗ направлениях соответственно.

Для МЖ  $\sum_{\text{set up}} = (0,3; 0,2; 0,3)$  см,  $\sigma_{\text{set up}} = (0,2; 0,2; 0,3)$  см,  $m_{\text{PTV}} = (0,8; 0,7; 0,9)$  см в ЛМ, ВН и ПЗ направлениях соответственно.

**Заключение.** Анализ результатов показал, что точность подведения дозы в нашем Центре сопоставима с данными, описанными в литературе. Мы связываем это с используемыми нами протоколами подготовки пациентов к лечению. Мы планируем продолжить текущую работу с целью уточнения полученных результатов и нахождения возможных способов минимизации ошибок, после чего рассчитанные отступы STV-PTV будут введены в практику нашего Центра, тем самым позволяя оптимизировать лучевую нагрузку на органы риска.



## **Контактная лучевая терапия в лечении рака полового члена.**

*Зайцев И. Г., Шинкарёв С. А., Борисов В. А., Ползикова А. В.*

ГУЗ Липецкий областной онкологический диспансер, г Липецк

*Контакты: Зайцев Игорь Геннадьевич*  
[igor.zaitcev@mail.ru](mailto:igor.zaitcev@mail.ru), +7(920)5028992

**Цель:** рассмотреть эффективность и безопасность применения брахитерапии в лечении РПЧ, анализируя имеющуюся мировую научную литературу и собственный опыт учреждения.

**Материалы и методы:** проведен поиск опубликованных статей в базах данных PubMed, Web of Science по ключевым словам – penile cancer, brachytherapy, radiotherapy, organ preservation. В наш обзор вошли 3 мета-анализа, 16 обзорных статей. Проанализированы 10 медицинских карт пациентов, пролеченных нами с 2015 по 2020гг.

**Результаты:** Показано, что пятилетний локальный контроль (LC) для брахитерапии составляет от 77% до 87%, снижаясь к 10 году наблюдения до 70%. Пятилетняя болезнь-специфическая выживаемость (CSS) колеблется от 79% до 100%, десятилетняя от 42% до 85% [4, 15-17]. Пятилетние показатели органосохранности в самом крупном исследовании по HDR – 70% [9], схожие показатели и в исследованиях LDR, где отмечены десятилетние показатели в 67% [9-14]. Уровень местных рецидивов сопоставим с хирургическим лечением, но остается возможность «спасительной» хирургии. Рассмотрен профиль осложнений ЛТ, среди которых наиболее часто встречается стриктура уретры (20 – 35%), некроз головки полового члена (10 – 20%) и поздний некроз пещеристых тел [4, 9-17]. Рассмотренные результаты сопоставлены с собственным опытом: в нашем учреждении с 2015 года пролечено 10 пациентов с применением контактной ЛТ в сочетании с ДЛТ при поражении лимфоузлов, время наблюдения от 8 месяцев до 5 лет, средний возраст 62 г, 8 пациентов имели стадию T1N0M0, 1 - T1N3M0, 1 - T2N1M0. Все пациенты живы на конец наблюдения. У одного больного был выявлен локальный рецидив опухоли через 8 мес после ЛТ, потребовавший хирургического лечения. Не наблюдалось лучевых реакций и осложнений выше 2 ст.

**Выводы:** данные литературы и собственный опыт позволяют говорить о том, что брахитерапия должна чаще рассматриваться в качестве приоритетной опции для отобранных пациентов.

## Виды брахитерапии при лечении метастатического рака влагалища

*Иванкова В.С., Барановская Л.М., Хруленко Т.В., Матвиевская Л.В.*

Национальный институт рака, г. Киев, Украина

*Контакты:*

[valentina\\_ivankova@ukr.net](mailto:valentina_ivankova@ukr.net), +38 (050) 9583343

Развитие лучевых методов лечения, внедрение в клиническую практику современных новейших технологий лучевой терапии (ЛТ), а также возможность получения удовлетворительных результатов при небольшой частоте осложнений позволяет считать сочетанную лучевую терапию (СЛТ) основным методом лечения больных вторичным (метастатическим) раком влагалища (ВМРВ). Цель работы - повысить эффективность лучевого лечения больных ВМРВ путем использования оптимального планирования, конформного облучения, высокоэнергетической брахитерапии (БТ) источниками  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и цитостатических препаратов, что позволит достичь максимальной элиминации опухолевого образования влагалища с сохранением качественной, социально-адаптированной жизни пациенток. Материалом исследований были 33 больных ВМРВ II-III стадий,  $\text{T}_{2-3}\text{N}_{0-1}\text{M}_0$ , которым на I этапе курса СЛТ проводили дистанционную конформную ЛТ (КЛТ) на область малого таза с учетом дозы облучения, подведенной при предыдущем лучевом лечении. На II этапе курса СЛТ больным всех групп проводили высокоэнергетическую (более 12 Гр/ч, high dose rate - HDR) внутрисполостную БТ источниками  $^{192}\text{Ir}$  в двух режимах - 3 Гр x 3р/неделю и 5 Гр x 2р/неделю (две основные группы) или  $^{60}\text{Co}$  HDR БТ (группа сравнения). В течение всего курса СЛТ больные всех групп принимали тегафур внутрь  $250 \text{ мг/м}^2$  2 раза в сутки суммарно до 40 г и цисплатин  $35 \text{ мг/м}^2$  1 раз в неделю внутривенно капельно № 4-6, суммарно до 200-300 мг. Анализ непосредственных результатов проведенных исследований нами показал, что применение источника  $^{192}\text{Ir}$  при HDR БТ по разработанным режимам у больных основных групп способствует снижению токсических проявлений ХЛТ (эпителиит, цистит, ректит или энтероколит), особенно при режиме 3 Гр x 3р/неделю, по сравнению с группой сравнения, и несколько (до 7%) увеличивает непосредственную эффективность лечения (регрессия опухоли). Так, у больных I основной группы положительный ответ опухоли (сумма полной и частичной регрессии) отмечен у 59,9%, у больных II основной группы наблюдали у 60,0% и в группе сравнения соответственно у 53,0% больных ВМРВ. Таким образом, одним из наиболее эффективных, на наш взгляд, направлений оптимизации консервативного лечения ВМРВ является внедрение оптимальных методик конформной ЛТ за счет высокоэнергетической БТ на фоне использования химиорадиомодифицирующих средств (тегафур, цисплатин). Непосредственные результаты лечения больных ВМРВ свидетельствуют об эффективности разработанных методик: внутрисполостная HDR брахитерапия источниками  $^{192}\text{Ir}$  с использованием химиорадиомодификаторов способствует усилению регрессии вторичных (метастатических) опухолей влагалища, уменьшая частоту лучевых реакций со стороны критических органов по сравнению с БТ источником  $^{60}\text{Co}$ . Однако, эти выводы не являются окончательными и требуют дальнейшего исследования.

## Топическая терапия вторичноинфицированного лучевого дерматита у пациенток с раком молочной железы

*Карпова О.А.*

ЧУЗ Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Барнаул, Институт гигиены труда и промышленной экологии, АГМУ г. Барнаул, Россия,

*Контакты:*

[o.a.karpova2409@yandex.ru](mailto:o.a.karpova2409@yandex.ru), 8-903-990-64-41

**Цель работы:** оценка эффективности, безопасности и удобства применения комбинированного крема для наружного применения – «Тетрадерм» при лечении Лучевого дерматита у женщин, получавших лучевую терапию по поводу рака молочной железы, осложненного вторичной инфекцией.

**Материал и методы.** В исследовании участвовало 10 женщин в возрасте от 18 до 78 лет с лучевым дерматитом молочных желез, осложнившимся вторичной инфекцией после дистанционной лучевой терапии злокачественных новообразований молочной железы. Длительность заболевания варьировала от 3 дней до 4 недель. В исследование не включались пациентки с гиперчувствительностью к компонентам препарата.

Жалобы на зуд и жжение предъявляли 6 (60%), на боль 3 (30) человека. В клинических проявлениях у 10 (100%) пациентов была выявлена эритема, у 8 (80) – эрозии, у 3 (30%) – буллы, у 8 (80%) – шелушение, у 4 (40%) – обрывки эпидермиса, у 5 (50%) – мокнутие, у 6 (60%) – корки. На момент начала исследования пациентки никакую местную терапию не получали. Пациентки применяли крем «Тетрадерм» 2 раза в сутки в качестве монотерапии до полного купирования инфекции и эпителизации.

**Результаты.** Улучшение пациентки отмечали на 2-3 день, когда был замечен регресс высыпаний и прекращался зуд, жжение, боль, на 3-5 день – мокнутие. Корки отторглись на 2-4 день лечения, пузырьки регрессировали до эрозий на 3-4 день, эритема на 4-8 день, эрозий на 4-10 дни. После лечения у 7 (70%) пациенток осталась вторичная гиперпигментация различной степени выраженности. Купирование инфекции было достигнуто у 100% пациентов. Осложнений, требовавших отмены препарата в ходе исследования выявлено не было. Удобство применения крема «Тетрадерм», отмечали 9 (90%) пациенток.

**Заключение.** Крем «Тетрадерм» является эффективным, безопасным и удобным в применении средством для местной терапии Лучевого дерматита у женщин, получавших лучевую терапию по поводу рака молочной железы с вторичной бактериальной, микотической инфекцией и микстинфекцией.

## Онкоофтальмологический комплекс протонной лучевой терапии на базе циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

<sup>2</sup> Черных А.Н., <sup>1</sup> Гранин Д.И., <sup>1</sup> Максимов В.И., <sup>2</sup> Хорошков В.С.

<sup>1</sup> ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова»  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
188300, Российская Федерация, Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1  
<sup>2</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»  
123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

*Контакты:*

[Granin\\_di@pnpi.nrcki.ru](mailto:Granin_di@pnpi.nrcki.ru), [Maximov\\_VI@pnpi.nrcki.ru](mailto:Maximov_VI@pnpi.nrcki.ru), [Khoroshkov@itep.ru](mailto:Khoroshkov@itep.ru),  
[Chernykh-aleksey@yandex.ru](mailto:Chernykh-aleksey@yandex.ru), +7(926)319-89-32

В настоящее время протонная лучевая терапия (ПЛТ) находит широкое применение в клинической практике. В частности, высокие результаты достигнуты в протонной онкоофтальмологии. ПЛТ пациентов с внутриглазными злокачественными новообразованиями (ЗН) пучками протонов позволяет повысить вероятность локального контроля опухоли и снизить количество постлучевых осложнений. На большом статистическом материале показано, что резорбция опухоли достигается в 98 % случаев, причём функция зрения (в той или иной степени) сохраняется у 48 % пациентов [1, 2]. Таким образом, ПЛТ пациентов с внутриглазными ЗН больших размеров (высота опухоли более 10 мм) является практически безальтернативным методом лечения, позволяющим в большинстве случаев сохранить глаз, а в половине случаев - зрение. Брахитерапия остается методом выбора при лечении малых (3...10 мм) внутриглазных ЗН, использование аппарата Gamma-knife приводит к большому количеству постлучевых осложнений. Хирургическое вмешательство связано с потерей зрения и глаза. Стоит заметить, что глаз среди всех локализаций в ПЛТ является одним из самых сложных органов при позиционировании и планировании облучения из-за непосредственной близости в структуре глаза чувствительных к радиации анатомических структур, а также своей рентгенопрозрачности, подвижности и трудности иммобилизации в силу того, что глазное яблоко изменяет свое положение в пространстве в зависимости от воли пациента. Реализация технологии ПЛТ пациентов с внутриглазными ЗН — это сложный процесс, требующий вовлечения больших аппаратных, программных и информационных ресурсов на каждом из этапов проведения ПЛТ. В докладе рассматриваются основные этапы технологии проведения ПЛТ пациентам с внутриглазными ЗН и результаты разработки соответствующих аппаратно-программных средств для её реализации в проекте создания онкоофтальмологического комплекса ПЛТ на базе циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ. Терапевтический пучок протонов, генерируемый циклотроном Ц-80, имеет энергию 70 МэВ, что соответствует пробегу примерно 4 см в тканеэквивалентной среде и позволяет облучать практически все локализации ЗН в области глаза и орбиты глаза. Сооружение Онкоофтальмологического комплекса протонной лучевой терапии на базе циклотрона Ц-80 НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ и вывод его на проектную производительность решило бы проблему лечения сложных онкологических заболеваний таких, как меланома глаза, для целого региона РФ. Создание же 4-5 подобных центров решило бы эту проблему на территории всей страны.

## **Комбинированная протон-ионная терапия: радиобиологические предпосылки и возможности**

*Трошина М.В.<sup>1</sup>, Потетня В.И.<sup>1</sup>, Корякина Е.В.<sup>1</sup>, Соловьев А.Н.<sup>1</sup>, Пикалов В.А.<sup>2</sup>,  
Корякин С.Н.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ Радиологии» Минздрава России, г. Обнинск

<sup>2</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» ФГБУ ГНЦ РФ – Институт физики высоких энергий, г. Протвино

*Контакты:*

troshina-m-v@mail.ru, +7(962)170 23 11

Одним из эффективных методов борьбы с онкологическими заболеваниями является лучевая терапия. В современной радиологии используются различные виды излучений и способы подведения дозы. Благодаря развитию технологий стало возможным широкое распространение таких высокоточных методов, как терапия протонами и тяжелыми ионами. Однако, как любой метод, протонная и ионная терапия имеют свои ограничения. Для повышения эффективности лечения и снижения нежелательных эффектов был предложен подход, совмещающий в одной схеме облучение разными типами ускоренных заряженных частиц [1, 2].

Целью работы являлось исследование эффективности сканирующего пучка протонов и ионов углерода, а также их сочетанного действия в экспериментах *in vitro*.

Экспериментальная часть работы была выполнена на радиобиологическом стенде Центра коллективного пользования Института физики высоких энергий (г. Протвино) и на комплексе протонной терапии в МРНЦ им. А.Ф. Цыба (г. Обнинск). В качестве тест-системы использовали клетки фибросаркомы китайского хомячка В14-150. Биологический эффект оценивали методом клоногенной активности клеток. Флаконы с монослоем клеток облучали в центре расширенного до 30 мм пика Брэгга ионов углерода и до 15 мм – протонов. При исследовании эффективности комбинированного протон-ионного воздействия рассматривали две последовательности облучения: 1) протоны – ионы углерода, 2) ионы углерода – протоны. Время между фракциями составляло 0, 1 и 2 часа.

Коэффициенты относительной биологической эффективности протонов и ионов углерода для клеток В14-150, облученных в центре расширенного пика Брэгга, составили 1,0 и 2,2 при уровне выживаемости 10%. Результаты предварительных экспериментов по оценке эффективности комбинированного воздействия позволяют предположить, что эффект возрастает при облучении клеток ионами углерода первой фракцией, однако необходимо провести дополнительные исследования.

Реализация протон-ионной терапии теоретически возможна в недалеком будущем, в том числе и в России, где в 2022 году планируется открытие центра ионной лучевой терапии на базе ИФВЭ. Важным фактором здесь будет являться географическая близость центров протонной и ионной терапии. А радиобиологические исследования, в свою очередь, являются важным этапом при определении оптимальных схем и режимов комбинированного воздействия двух видов корпускулярного излучения.

## **Высокодозная внутрисветная брахитерапия, дистанционная лучевая терапия и системное лечение при опухолях центральных бронхов и трахеи**

*Арсеньев А.И., Канаев С.В., Новиков С.Н., Гагуа К.Э., Барчук А.А., Антипов Ф.Е., Нефедов А.О., Тарков С.А., Аристидов Н.Ю.*

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*Контакты: Арсеньев Андрей Иванович,  
[andrey.arseniev@mail.ru](mailto:andrey.arseniev@mail.ru), +7(921)9433351*

**Цель исследования:** улучшение непосредственных и отдаленных результатов лечения пациентов с опухолевым поражением воздухоносных путей и улучшение качества их жизни.

**Материал и методы:** внутрисветная высокодозная брахитерапия (ВБТ) использована в лечении 136 больных, разделившихся на 4 группы: 1) как самостоятельный метод – у 38 (27,9%) пациентов; 2) с последующим проведением дистанционной лучевой терапии (сочетанная лучевая терапия – СЛТ) – у 36 (26,5%); 3) ВБТ в комбинации с химиотерапией – у 42 (30,9%) и 4) СЛТ в комбинации с химиотерапией (ХТ) – 20 (14,7%). У 72 (52,9%) пациентов предварительно были произведены эндотрахеобронхиальные операции (ЭТБО) в условиях ригидной бронхоскопии с целью реканализации просвета для обеспечения доставки аппликатора с изотопом к зоне интереса. ВБТ проводилась с источником иридия-192 (5-10 Кюри) до суммарной очаговой дозы 21-28 Гр, в режиме 1 раз в неделю по 7 Гр. Дистанционная ЛТ выполнялась в режиме обычного фракционирования РОД 2Гр 1 раз в сутки до СОД 55-60 Гр. При проведении ХТ применялись современные схемы.

**Результаты:** Проведение ЭТБО обеспечило полное восстановление проходимости дыхательных путей у 27,5% больных, частичное до 2/3 первоначального диаметра – 36,0%, до 1/2 - у 28,1% и до 1/3 – у 8,5% больных с устранением явлений дыхательной недостаточности, либо переводом их в компенсированную форму. Нелетальные осложнения отмечены у 7,4% при III-IV степенях стеноза. Проведение ВДБ позволило достичь объективного ответа и контроля симптомов при IIIA стадии в 93,1%, при IIIB – в 88,4%, а при IV – в 71,4%. В целом, без лечения медиана выживаемости (МВ) не превышала 3 мес., после только ЭТБО – 4 мес., при ВБТ достигала 14 мес., СЛТ - 14,5 мес., а СЛТ с ХТ – 16,3 мес. ( $p < 0,001$ ). Своевременное проведение комбинированного лечения позволило существенно снизить число нестабильных реканализаций и избежать стентирования дыхательных путей – с 30% до 3,3%. У 7,2% больных проведение ВБТ дало возможность в последующем произвести радикальное хирургическое вмешательство и добиться увеличения МВ до 23,5 мес.

**Заключение:** Предлагаемое комплексное лечение опухолевых поражений центральных бронхов и трахеи отличается эффективностью, безопасностью, экономической приемлемостью, что позволяет добиться увеличения продолжительности жизни пациентов и улучшить её качество.

## Клинический опыт лечения метастаза хиазмально-селлярной области

Татарченко А.С.<sup>1</sup>, Татарченко М.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский областной онкологический диспансер,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск

*Контакты:*

[drexmd@gmail.com](mailto:drexmd@gmail.com)

**Цель исследования.** Оценить эффективность и безопасность проведения стереотаксической лучевой терапии при лечении метастатических опухолей основания черепа.

**Пациенты и методы.** Представлен результат лечения пациента с метастатическим поражением хиазмально-селлярной области. В 2017 году у пациента была диагностирована низкодифференцированная аденокарцинома нижней доли левого легкого, стадия IA2, T1bN0M0, выполнена видеоассистированная расширенная нижняя лобэктомия. В январе 2020 года появились жалобы на резкое ухудшение зрения, головные боли, слабость. По данным контрольного обследования выявлено прогрессирование заболевания: метастатическое поражение правой лобной доли (3,5 мм в диаметре) и метастаз в ХСО (33\*33\*36 мм). На фоне прогрессивно ухудшающегося состояния пациенту было решено провести паллиативную лучевую терапию на области метастатических поражений.

**Результаты и обсуждение.** В феврале 2020 года пациенту была проведена стереотаксическая радиохирurgia на область метастатических поражений. Объёмно-модулированная лучевая терапия была проведена на линейном ускорителе Elekta Synergy, дозиметрический план выполнен в системе планирования Monaco. На область метастаза в головной мозг была подведена суммарная доза (СОД) 24 Гр за одну фракцию, на область метастаза в ХСО – СОД = 20 Гр за 4 фракции. После проведенного курса лучевой терапии было продолжено лекарственное лечение пеметрексед с бевацизумабом 6 курсов, после чего была продолжена монотерапия бевацизумабом. При контрольном обследовании через 9 месяцев МРТ картина без динамики, рост метастатического поражения не зафиксирован. В настоящее время пациент отмечает значительное улучшение состояния, отсутствие жалоб, восстановление зрения.

**Выводы.** Таким образом, стереотаксическая лучевая терапия может являться эффективным и безопасным методом лечения метастатических опухолей основания черепа и может использоваться как в качестве самостоятельного метода, так и в сочетании с лекарственным лечением.

## Клинический опыт сочетанной лучевой терапии рака языка

Татарченко М.А.<sup>1,2</sup>, Талецкий А.В.<sup>1</sup>, Вертинский А.В.<sup>1,2</sup>, Сухих Е.С.<sup>1,2</sup>, Сухих Л.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский областной онкологический диспансер,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск

Контакты:

[sin-masha@mail.ru](mailto:sin-masha@mail.ru)

**Цель исследования.** Оценить преимущества дистанционной лучевой терапии в сочетании с высокодозной внутритканевой брахитерапией при лечении рака языка с наличием пораженных регионарных лимфатических узлов.

**Пациенты и методы.** В радиотерапевтическое отделение ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер» поступил пациент с диагнозом: плоскоклеточный рак боковой поверхности языка справа, gr I, T2N0M0; пациент отказался от оперативного лечения, лечащим врачом было принято решение о проведении сочетанной химиолучевой терапии. Объёмно-модулированная лучевая терапия (VMAT) была проведена на линейном ускорителе Elekta Synergy, дозиметрический план выполнен в системе планирования Monaco. После дистанционного этапа была проведена высокодозная внутритканевая брахитерапия на аппарате Multisource с источником Co 60, трехмерное дозиметрическое планирование выполнялась в системе HDRplus на базе набора КТ-снимков, полученных с помощью томографа Toshiba Aquilion. Так же пациенту проводилась монокимиотерапия цисплатином.

**Результаты и обсуждение.** На этапе дистанционной лучевой терапии была подведена доза методикой «интегрированного буста», 50 Гр на интактные регионарные лимфоузлы с разовой очаговой дозой 2 Гр, и 60 Гр на метастатически пораженные лимфоузлы шеи справа с разовой очаговой дозой 2,4 Гр. Внутритканевая брахитерапия высокой мощности дозы, с целью локального повышения дозы на опухоль языка проводилась в режиме мультифракционирования с разовой дозой 2 Гр, за 8 фракций (СОД составила 16 Гр) по две фракции в день с интервалом 6 часов, изоэффективно 24 Гр при  $\alpha/\beta=2$ , BED 48,0. Суммарная доза от дистанционной лучевой терапии и внутритканевой брахитерапии составила 74 Гр. Трехмерная дозиметрическая оценка для выполненных планов лечения проводилась с помощью гистограмм доза-объем для мишени и органов риска. Основные критерии для оценки облучаемой области (план VMAT): D95>95% (95% планируемого объема опухоли должно получить не менее 95% от назначенной дозы), D110<2% (110% планируемого объема опухоли должно получить не более 2% от назначенной дозы). Основные критерии для оценки облучаемой области (брахитерапия): D90>90% (90% планируемого объема опухоли должно получить не менее 90% от назначенной дозы), V200<50% (доза, равная 200% от предписанной должна охватывать не более 50% объема опухоли). Оценка дозиметрических планов облучения проводилась с помощью рекомендаций QUANTEC, для прогнозирования лучевых повреждений и подбора оптимальных распределений доз.

**Выводы.** Проведенное лечение показало удовлетворительные результаты как по локальному контролю над опухолью, так и по выраженности ранних и поздних лучевых реакций со стороны окружающих тканей и органов. По данным контрольных методов исследования (МСКТ с контрастным усилением и гистологическим исследованием постлучевого рубца) получены результаты о полном регрессе опухоли.



## Использование радиобиологических моделей для оценки лучевых повреждений у больных раком шейки матки

*Н.В. Машенцева<sup>2</sup>, И.М. Лебеденко<sup>1</sup>, О.А.Кравец<sup>1</sup>*

1. Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина  
Минздрава России, Москва
2. Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва

**Цель:** Оценить вероятность лучевых повреждений при проведении лучевой терапии у больных РШМ путем применения радиобиологических моделей.

**Материалы и методы:** Проанализированы лечебные планы прошедших курс сочетанной ЛТ 94 пациентов РШМ. Рассчитаны значения дозовых нагрузок на мочевой пузырь, прямую и сигмовидную кишки для различных объемов в соответствии с рекомендациями рабочей группы по гинекологии GEC-ESTRO. Дистанционная лучевая терапия осуществлялась с использованием технологий 3DCRT – 81 человек (86,2% общего количества), IMRT – 5 человек (5,3%), RapidArc – 8 человек (8,5%) на ускорителе электронов модели Clinac 2300 CD (Varian). Внутриполостная ЛТ проходила по двум различным режимам фракционирования дозы: расщепленному («Сплит») (два этапа по две фракции с предписанной дозой 7 Гр – всего 4 фракции за 9 дней) – 50 человек (53,2%) и курсу из 4 фракций по 7,5 Гр (одна фракция в неделю) – 44 человек (46,8%). Внутриполостная ЛТ проводилась на аппарате «Микроселектрон» – HDR («Nucletron», Нидерланды) с источником <sup>192</sup>Ir. Определение вероятности проявления того или иного эффекта основывается на расчете накопленной частоты проявления эффекта в зависимости от величины дозы облучения. Для расчета функции убыли использован метод аппроксимации полученных экспериментальных кривых с применением метода наименьших квадратов.

**Результаты:** Представлены зависимости накопленной частоты проявления поздних лучевых повреждений цистита, ректита и энтероколита для обоих режимов облучения для мочевого пузыря, прямой и сигмовидной кишки в зависимости от дозы облучения и объемов соответствующего органа. Построены зависимости «доза-эффект» проявления цистита, ректита и энтероколита для обоих режимов облучения в объемах: 0,1 см<sup>3</sup>, 1 см<sup>3</sup>, 2 см<sup>3</sup>, 5 см<sup>3</sup>, 10 см<sup>3</sup>. Оценены пороговые значения возникновения лучевых повреждений для двух режимов облучения для мочевого пузыря, прямой и сигмовидной кишки.

**Заключение:** Пороговые значения возникновения лучевых повреждений для двух режимов облучения для мочевого пузыря, прямой кишки совпали в пределах  $\pm 5$  Гр. Применение расщепленного режима «сплит» в среднем снижает дозовые нагрузки на критические органы. При этом, существенного снижения вероятности возникновения поздних лучевых осложнений при использовании данного режима не выявлено. Применяемые методики лечения для двух указанных групп пациентов равнозначны с точки зрения вероятности возникновения поздних лучевых повреждений и имеют право на клиническое использование.

## Количественная оценка планов дистанционного облучения больных раком тела матки

*А.А. Межеумова<sup>2</sup>, И.М. Лебедеенко<sup>1</sup>, О.А.Кравец<sup>1</sup>*

1. Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина  
Минздрава России, Москва
2. Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва

**Цель:** Провести количественный анализ планов дистанционного облучения больных с распространенным процессом рака тела матки, выбрать оптимальные методики облучения. Оценить лучевые нагрузки на критические органы.

**Материалы и методы:** Расчет планов облучения осуществлялся на системе планирования Eclipse (Varian). Оценка планов осуществлялась с использованием индексов гомогенности и конформности по гистограммам доза-объем. При анализе дозовых нагрузок на критические органы - прямую кишку, мочевого пузыря, кости таза использована дифференциальная характеристика доза-объем, которая отражает модальную (наиболее часто встречающуюся) дозу  $D_{dif}$ . Дистанционное облучение проведено на ускорителях модели Clinac iX (Varian) с энергией фотонного излучения 6 МВ по трем методикам 3D-CRT, IMRT и RapidArc.

**Результаты:** При сопоставлении индексов гомогенности и конформности для 102 пациенток РТМ выяснилось, что наиболее благоприятными методиками оказалась 3D-CRT и IMRT. Дозы в прямой кишке и мочевом пузыре для пациенток, леченных по методике IMRT и RapidArc, имеют немного меньшие значения и больший разброс в сравнении с методикой 3D-CRT, что отражает преимущества этих технологий. Для головок бедренных костей дозовые нагрузки имеют примерно одинаковое значение для всех трех методик облучения, т.е. предпочтительной методики в их отношении нет.

**Заключение:** Если предпочтительными при выборе плана для врача являются индексы гомогенности HI и конформности CI, то необходимо выбрать методику 3D-CRT; если - значения доз в критических органах (прямой кишке и мочевом пузыре), то необходимо выбрать методики IMRT и RapidArc. При этом индексы гомогенности и конформности будут иметь удовлетворительные значения. Наименьшее значение модальной дозы  $D_{dif}$  для прямой кишки достигается при методике RapidArc и составляет  $41 \pm 10$  Гр. Наименьшее значение модальной дозы  $D_{dif}$  для мочевого пузыря достигается также при методике RapidArc и составляет  $45 \pm 9$  Гр. Дозовые нагрузки на головки бедренных костей примерно одинаковы для всех трех методик облучения.

## Методика выбора оптимального режима лазерной гипертермии поверхностных тканей

*Д.С. Семенов<sup>1,2\*</sup>, А.В. Ненарокомов<sup>1</sup>*

1. Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Москва
2. ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы», Москва

*Контакты: Семенов Дмитрий Сергеевич,  
[semenov\\_ds@icloud.com](mailto:semenov_ds@icloud.com), +7 (916) 339-76-83*

### **Материалы и методы**

Для прогнозирования воздействия лазера на кожу разработана математическая модель, учитывающая одномерный процесс нагрева (в случае поверхностных слоев тканей, переносом тепла кровью можно пренебречь [1]). Лазерная установка работает в импульсном режиме, обеспечивая предварительный нагрев, а затем, поддержание температуры поверхности в заданном диапазоне. На протяжении всей процедуры производится бесконтактная регистрация температуры при помощи тепловизионной камеры.

Методика оптимизации нагрева включает в себя два этапа. Первый – идентификация параметров математической модели. При этом на этапе охлаждения показания тепловизора используются как входные данные для программного комплекса, позволяющего методом итерационной регуляризации определить искомые характеристики ткани. На следующем этапе (нагрев) определяется фактическая плотность теплового потока лазера, поглощаемого поверхностью. На каждом из последующих этапов значения искомым характеристик могут уточняться при отклонении показаний тепловизора от расчетных температур.

### **Результаты**

Разработан программный комплекс, реализующий процесс определения характеристик тканей без использования контактных измерений и моделирование процедуры лазерной гипертермии. Методика была апробирована в лабораторных условиях на образце из полиэтилена низкого давления (ПНД) [2]. По результатам эксперимента восстановлены значения коэффициента теплоотдачи и амплитуды теплового потока лазера.

### **Заключение**

В работе сформирована методология итерационного определения характеристик поверхностных тканей в процессе импульсного нагрева лазером с использованием бесконтактных средств измерения температуры. Разработан программный комплекс для расчета искомым параметров модели и проведен эксперимент на образце из ПНД.

Методика может быть использована для прогнозирования процесса гипертермии с целью повышения ее эффективности и снижения рисков, связанных с повышенным нагревом.

**Масштабирование дозовых распределений в фантоме из ПММА на дозовое распределение в водном фантоме для малых полей, создаваемых тормозным излучением с максимальными энергиями 15 и 18 МэВ;**

*В.А. Климанов<sup>1,2</sup>, Ю.С. Киртичев<sup>3</sup>, Ж.Ж. Смирнова<sup>1</sup>, Ф.Ю. Смирнов<sup>1</sup>, М.А. Колыванова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва, Россия,

<sup>2</sup> Научно-исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

<sup>3</sup> РОНЦ им. Блохина

**Целью** работы является разработка методики перехода от измерений или расчета значений поглощенной дозы на оси пучков в твердотельном фантоме к значениям дозы в водном фантоме для малых полей высокоэнергетического тормозного излучения в условиях, когда ограничения теоремы масштабирования О'Коннора не выполняются.

**Материалы и методы.** В работе на основе результатов расчета методом Монте-Карло глубинных дозовых распределений в водном фантоме и в твердотельном фантоме из ПММА (полиметилметакрилат), создаваемых ускорителем Varian при генерации 15 и 18 МВ пучков тормозного излучения предложены два варианта масштабирования распределений от фантома из ПММА в водный фантом. Первый предназначен для рутинных измерений факторов выхода ускорителя в зависимости от размеров поля и калибровки пучков на референсной глубине в водном фантоме. Во втором варианте определяется глубинное дозовое распределение в водном фантоме на глубине от 5,0 до 20 см по дозовому распределению в фантоме из ПММА.

**Результаты.** В работе найдены глубины точек в фантоме из ПММА, в которых доза равна дозе в водном фантоме на референсной глубине 10 см, для малых квадратных полей со стороной 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и референсного поля 10x10 см и тормозных пучков 15 и 18 МВ спектра при SSD=90 и 100 см. Для определения дозовых распределений в водном фантоме для малых полей на глубине от 5 до 20 см из распределений в фантоме из ПММА предложена простая методика с использованием поправочного фактора масштабирования.

**Выводы.** Полученные в работе результаты и методики позволяют упростить рутинные верификационные и калибровочные измерения с помощью замены водного фантома на твердотельный фантом из ПММА.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и СИТМА в рамках научного проекта № 18-52-34008.

## Радиомика и радиогеномика: ценность для лучевой терапии

*А.Е. Андрейченко, С.С. Семенов*

ГБУЗ «Научно-практический Центр Медицинской Радиологии» Департамента  
здравоохранения города Москвы

*Контакты:*

[a.andreychenko@npcmr.ru](mailto:a.andreychenko@npcmr.ru), +7 916 321 2570,

[s.semenov@npcmr.ru](mailto:s.semenov@npcmr.ru), +7 903 065 5025

Радиомика — это область медицины, которая использует алгоритмы автоматического извлечения признаков текстуры цифровых медицинских изображений для преобразования данных медицинской визуализации в набор данных порядковой статистики. Иными словами, радиомика с помощью текстурного анализа (ТА) позволяет взглянуть на рентгенологическое исследование пациента как на группу числовых характеристик, отказаться от привычного зрительного восприятия и перейти к анализу данных. Радиогеномика — это аналитическая технология, устанавливающая связи между характеристиками изображений и генотипом пациента. Также к радиогеномике относят изучение генетической изменчивости в ответ на излучение. Чаще термин радиогеномика используется при оценке взаимосвязи между текстурными признаками и образцами экспрессии или мутации генов злокачественного новообразования (ЗНО). Радиомика и радиогеномика повышают точность клинического диагноза, имеют прогностическое значение за счет выявления взаимосвязей между уровнями клинических данных. Ключевая концепция радиомики и радиогеномики: изображение содержит больше информации, чем можно получить с помощью визуального восприятия. Скрытую для глаз информацию можно извлечь, используя алгоритмы ТА.

Радиомика актуальна для ЛТ[ по причине клинической необходимости расшифровки неоднородности структуры ЗНО, сложность оценки которой часто не позволяет провести персонализированную терапию. Опухоли неоднородны и с клинической точки зрения, что проявляется в ответе на терапию. Радиомика рака легкого (РЛ) сосредоточена на диагностике и прогнозировании отдаленных метастазов, лучевого повреждения, тяжести клинического исхода, а также для обнаружения местного рецидива после стереотаксической радиотерапии тела. Радиомика, используя машинное обучение, позволяет выбрать стратегию лечения опухолей головы и шеи, идентифицируя виды радиорезистентных клеток, предоставляя информацию о неоднородности опухоли, прогнозируя исход лечения и риски перитуморального рецидива.

Радиомика и радиогеномика — это новый шаг в развитии персонализированной ЛТ. Радиомика предоставляет дополнительную информацию из медицинских изображений и устанавливает связи между уровнями клинических данных. Большинство радиомических исследований ограничено одним учреждением, для успешного клинического применения не хватает внешней независимой проверки. Радиомические исследования должны многократно проверяться на больших выборках в рандомизированных контролируемых клинических испытаниях. Необходимо уточнение биологического значения для каждого текстурного признака, влияющего на результат предсказательной радиомической модели. Следует помнить, что «виртуальная биопсия», возможность которой предоставляют радиомика и радиогеномика, не заменит врачебной оценки, но обеспечит дальнейшее развитие персонализированных подходов к лечению с помощью ЛТ.

## Анализ эффективности протонной флэш-терапии в зависимости от мощности дозы.

*В.В. Мартынова<sup>1,\*</sup>, С.В. Акулиничев<sup>1,2</sup>, И.А. Яковлев<sup>1</sup>, Д.А. Коконцев<sup>1,2</sup>, Т.М. Кулинич<sup>3</sup>,  
Ю.К. Гаврилов<sup>1</sup>, А.М. Шишкин<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, Москва, Троицк, Российская Федерация

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения Больница российской академии наук, Москва, Троицк, Российская федерация

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский научный центр рентгенрадиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

*Контакты:*

[donvaleriia@gmail.com](mailto:donvaleriia@gmail.com), +7(999)735-51-30

**Цель работы:** исследовать выживаемость и пролиферацию опухолевых и нормальных клеток после облучения протонами в различных флэш-режимах и конвенциональном режиме.

**Материалы и методы:** в эксперименте участвовали два вида опухолевых клеток: аденокарцинома толстой кишки человека (НТ-29) и рак толстой кишки человека (НСТ116). В качестве нормальных клеток были взяты мезанхимальные стволовые клетки (МСК) жировой ткани человека. Необходимо было оценить влияние разных режимов протонного облучения на выживаемость клеток. Всего было три режима облучения: ультра флэш-режим с мощностью дозы ( $\dot{D}_m$ ) порядка  $\sim 1 \text{ МГр} \cdot \text{с}^{-1}$ , «обычный» флэш-режим  $\dot{D}_m \sim 100 \text{ Гр} \cdot \text{с}^{-1}$  и конвенциональный режим  $\dot{D}_m \sim 1 \text{ Гр} \cdot \text{с}^{-1}$ . Из методов оценки метаболической активности клеток был выбран МТТ-тест, также для анализа апоптоза, некроза и оценки распределения клеток по фазам клеточного цикла был использован метод проточной цитометрии. Анализы проводились через одни и двое суток после облучения.

**Результаты:** в данной работе были впервые получены данные по облучению протонами клеток в ультра-флэш режиме, в котором суммарная доза подводится за время порядка  $10^{-4}$  с, а средняя мощность достигает значений  $3 \cdot 10^5 \text{ Гр/с}$ . Как и в предыдущем эксперименте [1], при исследовании облученных клеток с помощью МТТ-теста не было выявлено никаких устойчивых закономерностей в сравнительном анализе для различных режимов облучения и для различных видов клеток. Этот вывод относится к обоим использованным временам выдержки после облучения в 24 и 48 часов. Однако проточной цитометрии было показано, что в случае ультра-флэш режима апоптоз у нормальных клеток заметно меньше, чем у обоих видов опухолевых клеток. При обычном флэш-режиме апоптоз у нормальных клеток ниже, чем у клеток радиочувствительных, но сравним с апоптозом у радиорезистентных клеток. Поэтому в этом режиме флэш-эффект работает только в случае радиочувствительных опухолевых клеток. В конвенциональном облучении апоптоз примерно одинаковый у всех видов клеток.

**Заключение:** Полученные результаты позволяют сделать следующие предварительные выводы: 1) флэш-эффект работает в новом ультра-флэш режиме для любых опухолевых клеток и позволяет существенно уменьшить лучевое повреждение нормальных клеток, 2) в «обычном» флэш-режиме облучения флэш-эффект работает только для радиочувствительных опухолевых клеток, 3) для исследования этого эффекта с помощью МТТ-тестов следует использовать другие красители и/или большую выдержку после облучения.

## Межклиническое исследование воспроизводимости клинических планов основанное на системе PerFRACTION

*А.В. Вертинский<sup>1,2</sup>, О.М. Стахова<sup>2,3</sup>.*

<sup>1</sup>Областное государственное автономное учреждение здравоохранения Томский областной онкологический диспансер, г. Томск.

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

<sup>3</sup>Государственное автономное учреждение здравоохранения Тюменской области «Многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город», г. Тюмень.

*Контакты: Стахова Ольга Михайловна  
[o.m.stakhova@gmail.com](mailto:o.m.stakhova@gmail.com), 8-906-822-01-22*

**Цель:** Сравнить стабильность воспроизводимости ImRT/VMAT планов на автоматизированной системе гарантии качества PerFRACTION с использованием EPID изображений и лог-файлов терапевтических аппаратов Elekta Synergy и Varian TrueBeam STx.

**Материалы и методы.** Для работы использовались 3 КТ-исследования пациентов с локализациями органов малого таза (2) и головы-шеи (1), выполненных на компьютерном томографе Toshiba Aquilion (Toshiba, Япония) с частотой среза 3 мм. Для каждого случая был составлен дозиметрический план IMRT/VMAT с различной геометрией расположения пучков и сеткой расчета 3 мм в системах дозиметрического планирования Monaco компании Elekta (Elekta AB, версия 5.10.04) и “Eclipse v15.6” компании Varian.

Планы подготовили для проверки системой PerFRACTION (Sun Nuclear Corp) и провели 20 измерений для каждого случая на линейных ускорителях электронов Elekta Synergy и Varian TrueBeam STx. Измерения были проведены в режиме прямого облучения EPID панели без присутствия фантома и кушетки с последующим расчётом гамма-индекса сходимости дозовых распределений на основе EPID-изображений (electronic portal imaging device).

Для сравнения выбрали следующие параметры: перерасчет поглощённой дозы с учетом лог-файлов движения лепестков во время выполнения процедуры облучения и сравнение стабильности отпускаемой дозы по результатам гамма-анализа.

**Результаты.** Максимальное отклонение для поглощенной дозы дозиметрических планов для установки Elekta Synergy составил 2,7%, 1,7% и 0,4%. Минимальное значение гамма-индекса составило 97,4%, 93% и 95% по критериям  $\gamma(3\%,3\text{мм})$ . Для линейного ускорителя TrueBeam STx максимальная разница значения отклонения поглощённой дозы в относительных единицах составила 1,3%, 0,9% и 0,6%. Минимальные значения гамма-индекса при этом составили 99,93%, 99,97% и 99,95%.

**Заключение.** В результате исследования было замечено, что стабильность воспроизводимости планов лучевой терапии находится в допустимых пределах. In vivo дозиметрия с использованием EPID панели позволяет оценивать воспроизводимость дозы на основе портальной дозиметрии с сохранением геометрии движения гантри и лог-файлов движения лепестков коллиматора в процессе облучения и продемонстрировала чувствительность к изменениям дозы и систематическим сдвигам многолепесткового коллиматора.

## Искусственный интеллект в лучевой терапии.

*Кирпичев Юрий Сергеевич*<sup>1,2</sup>  
*Андрейченко Анна Евгеньевна*<sup>2</sup>

1 ООО «Медскан»,  
2 ГБУЗ «Научно-практический Центр Медицинской Радиологии» Департамента  
здравоохранения города Москвы

*Контакты:*

[yukirpichev@gmail.com](mailto:yukirpichev@gmail.com), +7 916 010 7268

Первая статья о возможностях применения искусственного интеллекта (ИИ) в лучевой терапии вышла более 30 лет назад, и с тех пор интерес к нему неуклонно растет. Практически на всех этапах лучевой терапии уже есть решения, использующие алгоритмы ИИ, помогающие и ускоряющие процессы лучевой терапии на различных этапах, на некоторых алгоритмах уже основываются различные коммерческие решения. Первым этапом подготовки пациента к лучевой терапии является разметка и оконтуривание. Традиционно, определение объемов облучения и критических структур считается важной и трудоемкой задачей, которую хотелось бы автоматизировать. Было показано, что использование таких алгоритмов существенно сокращает время оконтуривания. Но, если одного и того же пациента будут оконтуривать несколько врачей их контуры будут разными. Для оценки значимости различия в контурах было введено понятие TOS-curve, кривой, аналогичной ROC, однако по осям лежат вероятности контроля над образованием и вероятности осложнений.

Следом за оконтуриванием стоит не менее трудоемкая считается задача планирования лучевой терапии. Использование машинного обучения способно существенно ускорить и даже улучшить качество лечения пациентов. Существуют разработки, показывающие возможности применения ИИ как в создании простых 3D планов, так и в создании планов с модуляцией интенсивности. При использовании простых техник без модуляции интенсивности расстановка полей может отличаться в зависимости от техники планирования (в том числе и ИИ). Поэтому ИИ-сервисы должны быть масштабируемыми для того, чтобы врач выбрал для себя предпочтительную технику.

Верификация планов для гарантии качества облучения является не менее значимым этапом, для которого разрабатываются различные алгоритмы ИИ. Например, рутинная верификация планов занимает много времени и при отрицательном результате может даже вызвать задержку в начале лечения пациента. ИИ способен предсказать результат верификации плана еще до его проведения. Более того, такие алгоритмы могут быть масштабируемыми - использование алгоритма практически не зависит от клиники, и даже набора оборудования. Значит можно использовать алгоритм, полученный в большой клинике с большим количеством планов в небольших клиниках с недостаточным количеством случаев для создания собственной модели.

Существуют технологии ИИ и для других процессов в лучевой терапии, например, в предугадывании возможных поломок ускорителя или устранения артефактов на изображениях. Нет сомнения, что мы стоим на пороге активного применения ИИ в лучевой терапии. И его использование может быть одним из элементов решения нехватки квалифицированных кадров, особенно в развивающихся странах. Но на всех уровнях необходимо правильно подготовить инфраструктуру для правильного применения ИИ сервисов.



## Некоторые результаты исследования характеристик дозиметрических детекторов в малых полях высокоэнергетического тормозного излучения медицинских ускорителей

Климанов В.А.<sup>1,2</sup>, Белоусов А.В.<sup>1</sup>, Киртичев Ю.С.<sup>3</sup>, Колыванова М.А.<sup>1,4</sup>, Крусанов Г.А.<sup>1</sup>, Морозов В.Н.<sup>4</sup>, Серикбекова З.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, ФМБА России, Москва

<sup>2</sup>Национальный ядерный университет МИФИ, Москва

<sup>3</sup>ООО «Медскан», Москва

<sup>4</sup>Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, РАН, Москва

<sup>5</sup>ГБУЗ «Научно-практический Центр Медицинской Радиологии» Департамента здравоохранения города Москвы

Контакты:

[vaklimanov@mail.ru](mailto:vaklimanov@mail.ru), 89060367769

В современной лучевой терапии все шире применяются узкие пучка тормозного излучения, создающие так называемые малые поля. Дозиметрия таких полей для максимальной энергии тормозных пучков  $> 10$  МэВ представляет собой мало изученную проблему, В настоящей работе исследован ряд вопросов, связанных с относительной дозиметрией подобных полей, создаваемых на ускорители Clinac компании Varian при генерации тормозных пучков с максимальной энергией 15 и 18 МэВ. В частности, определены допустимые максимальные размеры детекторов, поправочные коэффициенты на конечные размеры объема чувствительных областей детекторов, поправочные коэффициенты для перехода от значений дозы, определенных на оси пучков в твердотельном фантоме из РММА, к значениям дозы в водном фантоме при условии не выполнения требований теоремы масштабирования, и проведен расчет поправочных выходных факторов детекторов для нескольких моделей мини-ионизационных камер, радиохромной пленки EBT3, диода PTW d60017E и микро-алмазного детектора PTW d60019. Расчеты выполнялись методом Монте-Карло, используя код EGSnrc, в два этапа. На первом этапе с помощью программы BEAMnrc кода EGSnrc при детальном задании геометрии формирования пучков проводился расчет так называемых PSF-файлов фазового пространства. На втором этапе проводился расчет поглощенной дозы в чувствительных объемах детекторов и в воде с помощью двух программы кода EGSnrc: egs\_chamber и dosrznc. Детекторы размещались в центре водного фантома размером 40x40x50 см<sup>3</sup> так, чтобы их референсная точка оказалась на геометрической оси пучков на референсной глубине 10 см. В работе были проведены также эксперименты по определению выходных факторов малых полей с помощью пленки EBT3, и твердотельных детекторов для 18 МВ пучка ускорителя Clinac. Результаты расчетов и экспериментов находятся в согласии между собой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и СИТМА в рамках научного проекта № 18-52-34008.

## **Оценка влияния позиционирования пациента на точность доставки дозы при выполнении лучевой терапии под контролем изображений на аппаратах Elekta Synergy и TomoTherapy.**

*Логинова А.А.<sup>1,2</sup>, Товмасын Д.А.<sup>1,2</sup>, Коконцев Д.А.<sup>1</sup>, Черняев А.П.<sup>2</sup>, Нечеснюк А.В.<sup>1</sup>*

1 Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия, 117997, Саморы Машела, 1

2 Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, 119191, Ленинские горы, 1

*Контакты:*

aloginovaa@gmail.com, +79163148701

**Цель.** Цель работы- разработка стратегий оценки реально доставленной дозы с учетом ежедневного позиционирования пациентов.

**Материалы и методы.** Перед каждым лечебным сеансом на аппарате TomoTherapy (Accuray Inc., Sunnyvale, CA, USA) проводится предварительная визуализация путем мегавольтной компьютерной томографии (МВКТ). На аппарате Elekta Synergy для этих целей используется конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). В данной работе для каждой лечебной фракции проводился перерасчет дозы с учетом текущей геометрии облучения на основе изображений пациента.

**Результаты.** Для оценки доставленной дозы была использована следующая стратегия. Расчет доставленной дозы проводился в актуальной геометрии изображений, полученных при предварительной визуализации. Полученные при выполнении МВКТ и КЛКТ поступательные смещения были применены при расчете полученной дозы за каждую из фракций.

Для TomoTherapy была предварительно построена кривая соответствия чисел Хаунсфилда МВКТ и соответствующих плотностей тела человека, расчет дозы проводился с непосредственным использованием МВКТ изображений.

Для Elekta Synergy сначала проводилась деформация планировочных изображений в соответствии с изображениями КЛКТ, затем проводился расчет дозы на основе полученных деформированных изображений для каждой лечебной фракции.

Для обеих модальностей суммарное полученное распределение дозы сравнивалось с запланированным распределением дозы путем анализа гистограмм доза-объем.

Оценка доставленной дозы с использованием данных предварительной визуализации пациентов показала безопасность применяемых методов лучевой терапии с точки зрения нагрузки на органы риска, а также удовлетворительного качества покрытия мишени. Хорошая иммобилизация, выполнение сканирования и коррекции положения пациента перед началом лечения позволили обеспечить надежную и точную доставку дозы.

**Заключение.** Исследование актуального распределения дозы открывает возможности дальнейшей оптимизации режимов лучевой терапии, проведения объективного анализа ее эффективности и прогноза возникновения осложнений.

## Система планирования для нового аппарата контактной радиотерапии

*А.Н. Моисеев<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ООО «Медскан» (Москва), <sup>2</sup> ООО «РТ7» (Москва)

*Контакты:*

[moiseev@medscannet.ru](mailto:moiseev@medscannet.ru), +79265649799

**Цель** работы состоит в создании принципиально новой системы дозиметрического планирования для контактной радиотерапии, позволяющей проводить трёхмерное дозиметрическое планирование на основании любых DICOM изображений. Важным аспектом разрабатываемой системы планирования является интеграция с новым отечественным аппаратом контактной радиотерапии, являющейся продолжением линейки зарекомендовавших себя аппаратов [4].

**Материалы и методы.** Разрабатываемая система планирования основана на клиент-серверной архитектуре и позволяет множественные параллельные сессии планирования. Серверная часть основана на языке C# с базой данных SQL. Пользовательский интерфейс выполнен на языке JavaScript, что позволяет запускать клиент в любом поддерживаемом браузере Интернет сети. Система содержит следующие модули: картотеку пациентов, модуль импорта изображений, модуль сегментации изображения на объёмы («оконтуривания»), модуль для подбора позиции аппликатора, модуль расчёта дозы. Расчёт дозы основан на формализме отчёта AAPM TG-43 [5].

**Результаты.** Создан прототип системы планирования («альфа-версия») для оценки возможности и проблем реализации требуемого функционала системы планирования в предложенной концепции. Кроме базовой архитектуры, реализованы множественные инструменты для сегментации изображений, а также быстрый алгоритм повоксельного расчёта дозы.

## Актуальные проблемы ядерной медицины в педиатрии

*Б.Я. Наркевич<sup>1,2</sup>, А.С. Крылов<sup>1</sup>, Д.А. Рыжков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина  
Минздрава РФ, Москва

<sup>2</sup> Ассоциация медицинских физиков России, Москва

*Контакты:*

[narvik@yandex.ru](mailto:narvik@yandex.ru), +7-903-976-42-26

На основе литературных данных и собственного опыта проанализировано современное состояние и перспективы развития ядерной медицины в педиатрии. Кратко рассмотрены основные направления радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии у детей. Отмечается количественное преобладание радионуклидных диагностических исследований в педиатрической урологии по сравнению с исследованиями в онкологии. Методы радионуклидной терапии у детей применяются гораздо реже и используются для лечения гипертиреоза, дифференцированного рака щитовидной железы и нейроэндокринных опухолей.

Из всех актуальных проблем наибольшее значение имеет точное определение индивидуальной оптимальной активности вводимого ребенку конкретного радиофармпрепарата с учетом массы его тела и протокола исследования на конкретном аппарате. В первом приближении эта задача решается путем определения референсных диагностических уровней активности. При этом констатируется невозможность получения исчерпывающего решения этой проблемы индивидуализации на основе действующей в настоящее время отечественной нормативной документации, хотя уже предложены согласованные международными профильными организациями методики уточненного расчета указанной активности для наиболее часто используемых в педиатрии диагностических радиофармпрепаратов. В радионуклидной терапии детей оптимальная активность определяется на основе принципов и технологий терапестики.

Показана тенденция возрастания лучевой нагрузки на детских пациентов вследствие повсеместного внедрения в клиническую практику гибридных установок для радионуклидных исследований, при использовании которых доза внутреннего облучения от радиофармпрепаратов дополняется более высокой дозой внешнего облучения от рентгеновской КТ. Проанализированы методы определения органных и эффективных доз диагностического облучения детей. Отмечается, что погрешности определения указанных доз облучения на основе как отечественной нормативной документации, так и международных рекомендаций достигают нескольких десятков процентов, что существенно хуже точности дозиметрического планирования лучевой терапии с закрытыми радионуклидными и генерирующими источниками излучения.

При формировании перечня клинических показаний к проведению ядерно-медицинских процедур у детей подчеркнута необходимость учета риска возникновения радиационно-индуцированного канцерогенеза, вероятность которого у детей существенно выше по сравнению с взрослыми, особенно при радионуклидной терапии. Обсуждается возможность и целесообразность оценки указанного риска на основе использования концепции эффективного радиационного риска вместо общепринятой в настоящее время концепции эффективной дозы. Здесь также необходима разработка соответствующих методических рекомендаций, в том числе и на международном уровне.

Обсуждаются технологические и психологические особенности ядерно-медицинских процедур у детей. Отмечается более высокая сложность их проведения по сравнению с взрослыми пациентами, представлены практические рекомендации, в которых учитывается специфичность ядерной медицины в педиатрии.

## Уменьшение дозовой нагрузки на пациента при контроле укладки в рентгеновском коническом пучке

Фоминцева М.С., Понежа Т.Е., Баранов Е.С.

ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. ак. А.М. Гранова Минздрава России, Санкт-Петербург

*Контакты:*

[maria.fomintseva@gmail.com](mailto:maria.fomintseva@gmail.com), +79216304485

Для проверки правильности позиционирования пациента при проведении лучевой терапии применяются различные методы визуализации. При каждой процедуре визуализации пациент может получить дополнительную дозу облучения. Дозу, полученную пациентом от любого ионизирующего источника, следует тщательно контролировать и согласно принципу выбора доз стараться минимизировать её, насколько это целесообразно и достижимо.

Исходя из того, что трехмерное (3D) КТ изображение при контроле укладки в коническом пучке получается путем реконструкции последовательных двумерных (2D) изображений, полученных во время того, как облучатель делает заданный оборот вокруг пациента, возможности, доступные пользователю для уменьшения дозовой нагрузки на пациента, включают в себя сокращение размеров полей сканирования, дуги сектора сканирования и скорости вращения рентгеновской трубки (РТ). Производитель оборудования предлагает набор стандартных предустановок для проведения сканирования и целью данной работы является их оптимизация с целью снижения дозовой нагрузки при сохранении информативности получаемых изображений.

Поскольку невозможно создать универсальный протокол для сканирования всех локализаций, в нашем Центре были разработаны оптимальные протоколы предустановок для следующих локализаций: голова, голова-шея, малый таз, грудная клетка, молочная железа.

Для локализации голова/голова-шея сканирование проводим при углах гантри: 320°-160°, скорость вращения РТ увеличена в 2 раза по сравнению со стандартной и составляет 360°/мин. Количество полученных 2D снимков составляет 183 кадра, а их кранио- каудальный (КК) размер для головы и головы-шеи составляет 12.8 см и 25.6см соответственно.

Для локализаций в области грудной клетки и малого таза применяем полный угол вращения гантри от -180°-180°. Скорость вращения РТ также увеличена в 2 раза, количество полученных 2D снимков составляет 330 кадров а их КК размер составляет 25.6см.

Для молочной железы были созданы 4 предустановки. Для небольшой правой/левой молочной железы углы вращения гантри: -180°-0°/ 90°-270°, скорость вращения РТ 360°/мин, количество полученных 2D снимков 183 кадра, КК размер 27см, и для большой правой/левой молочной железы, при изоцентре, латерально смещённом более 5см, углы вращения гантри: 270°-180°, скорость вращения РТ 360°/мин, количество полученных 2D снимков 247 кадров, КК размер 40см.

Вывод: увеличение скорости вращения гантри и сокращение дуги сканирования позволяет снизить дозу диагностического облучения в 2 и более раза и время получения изображений пациента на 30-60 секунд. При этом число полученных кадров в серии позволяет реконструировать 3D изображение с приемлемой точностью.

## Оптимизация программы ежедневной гарантии качества системы протонной терапии

*Киселев В.А., Демидова А.М., Маслюкова Е.А., Фомина Е.С.*

ФГБУ ФВЦМР ФМБА России, Ульяновская обл., г. Димитровград

*Контакты:*

[yassya@mail.ru](mailto:yassya@mail.ru), +79878524868

**Цель работы:** Определение оптимальной методики ежедневных проверок системы протонной терапии (ПТ), позволяющей сократить время, затрачиваемое на их выполнение

**Материал и методы исследований:** Перед началом клинической эксплуатации лечебной комнаты гантри, оборудованной для применения сканирующего карандашного пучка, необходимо было определить состав параметров системы протонной терапии, подлежащих ежедневному контролю.

Для определения набора проверок был изучен доклад ААРМ TG-224 «Комплексная гарантия качества аппаратов протонной терапии». В качестве подлежащих контролю в докладе TG-224 предлагаются следующие параметры системы ПТ: постоянство радиационного выхода; пробег (энергия) протонов; измерение ширины SOBР и относительного пробега пучка; параметры спота (положение, размер); совпадение лазерного, рентгеновского и протонного изоцентров; точность перемещения лечебного стола; функционирование систем безопасности.

Оценена применимость предлагаемых проверок к системе ПТ, расположенной в Протонного центра ФГБУ ФВЦМР ФМБА России, г. Димитровград, с учетом имеющегося в нашем распоряжении оборудования: клинический дозиметр референсного класса, многослойная ионизационная камера, сцинтилляционный детектор, специализированный твердотельный фантом, программное обеспечение для работы с вышеуказанным оборудованием.

**Результаты исследований:** описаны методики проверок, подлежащих выполнению в рамках программы ежедневной ГК, а именно: постоянство радиационного выхода; пробег (энергия) протонов; параметры спота (положение, размер); совпадение лазерного, рентгеновского и протонного изоцентров; функционирование систем безопасности. В результате оптимизации процесса время, требуемое для проведения всего комплекса утренних проверок, сокращено с 2,5-3 часов до 30-40 минут.

Учитывая новизну метода для российских клиник и отсутствие наработанного опыта в гарантии качества ПТ, было принято решение включить все проверки, предложенные в TG-224, в первую редакцию программы ГК Протонного центра ФВЦМР. Кроме того, к ежедневным проверкам было решено добавить несколько дополнительных пунктов, предложенным в TG-224 в качестве еженедельных и ежемесячных, с целью более пристального контроля клинически значимых параметров системы (пробег и радиационный выход при различных углах гантри).

**Заключение:** было принято решение проводить ежедневный контроль большей части параметров системы ПТ, рекомендованных TG-224, с предложенными допусками.

Исключение из проверок точности перемещения лечебного стола связано с решением проводить рентгеновский контроль положения пациента после смещения. Измерение ширины SOBР и относительного пробега пучка было также исключено, так как при ежедневном проведении проверок постоянства радиационного выхода и пробега (энергии) протонов, данная проверка будет избыточной.

В настоящее время проводится анализ данных, полученных за прошедший год. На основании результатов анализа будет сделан вывод об устойчивости контролируемых

параметров, а также будет принято решение о сохранении либо изменении установленных допусков.

## Методики проверки модели ускорителя в системе дозиметрического планирования

*Лебедева Жанна Сергеевна*

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет им. И. П. Павлова» Министерства здравоохранения РФ.

**Цель:** Цель работы состоит в том, чтобы ознакомить слушателей с протоколами для верификации системы дозиметрического планирования (СДП) на предмет соответствия дозиметрической модели реальным измерениям.

**Материалы и методы:** В 2015 году ускоритель был принят в эксплуатацию с применением протокола TRS-430 и AAPM TG119. Часть тестов вошли в ежегодные проверки. В 2020 году была проведена проверка СДП с использованием AAPM TG-53. Отличительной чертой протокола является измерение параметров очень малых полей. Тесты 7.1 и 7.2. Представляется разумным использовать в них в качестве опорного поле 5x5см, пользуясь протоколом TRS-483. Регламентируется также проведение тестов I3, I4, I5 из протокола AAPM TG-119.

**Результаты и заключение:** Протокол AAPM MPPG 5.a дает возможность качественно провести оценку модели в системе при разумных затратах времени. Для выполнения всех тестов необходимо оборудование, которое есть не в каждом отделении: фантом для КТ-калибровки, пленочная дозиметрия, камеры для измерения дозы в малых полях. Проверка модели может выявить неточности в модели, которые могли быть допущены по разным причинам. Нужно использовать максимальное количество средств проверки дозных распределений. Все они должны быть откалиброваны сразу после ввода ускорителя и СДП в эксплуатацию. Необходимо хотя бы одно end-to-end тестирование. Хотя бы внутри центра. Если есть возможность заказа внешнего аудита (например, МАГАТЭ), то лучше ей воспользоваться. Если нет, то возможно общение с коллегами и обмен полученными данными. Для его проведения, как и для использования иных протоколов, требуется значительное время. 83.6 чел./ч на ускоритель с 4 энергиями фотонов и 5 электронов. Это хорошо согласуется с оценкой времени на ввод в клиническую эксплуатацию, предложенный в AAPM TG-106 (5-6 нед. для аналогичного числа энергий). Протокол MPPG 5.a является отличной основой для ежегодных процедур гарантии качества, с соответствующим временем на подобные процедуры.



## Количественная оценка неопределённости укладки пациентов с опухолями головы и шеи с использованием компьютерной томографии в коническом пучке

О.М.Стахова<sup>1,3</sup>, Е.С. Сухих<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Государственное автономное учреждение здравоохранения Тюменской области «Многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город», г. Тюмень.

<sup>2</sup>Областное государственное автономное учреждение здравоохранения Томской областной онкологический диспансер, г. Томск.

<sup>3</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

*Контакты: Стахова Ольга Михайловна*  
[o.m.stakhova@gmail.com](mailto:o.m.stakhova@gmail.com), 8-906-822-01-22

**Цель работы:** количественная оценка систематической и случайной неопределённости для пациентов с раком органов головы и шеи при применении онлайн и офлайн протоколов коррекции укладки и исследование влияния данных протоколов на величину планируемого объёма мишени (PTV).

**Материалы и методы.** В данной работе смоделировано применение 4 способов коррекции укладки пациентов: отсутствие протокола коррекции, NAL [1], eNAL [2] и онлайн протоколы [3-5]. Проанализированы данные 25 фракций 10 пациентов с местнораспространёнными опухолями гортани (4), глотки (4) и полости рта (2), получивших лечение на линейном ускорителе электронов Varian TrueBeamSTx, с ежедневным выполнением процедуры визуализации – компьютерной томографии в коническом пучке (СВСТ). Топометрическая подготовка проводилась в лечебном положении (лежа на спине, фиксация при помощи подставки, подголовника и индивидуальной термопластичной маски) на компьютерном томографе Siemens Somatom Definition AS с толщиной среза 3 мм. Для каждого пациента подготовлен лечебный план в режиме VMAT в планирующей системе “Eclipse v15.6”.

На основании данных о неопределённости укладки, полученных при автоматическом совмещении снимков КТ и СВСТ, рассчитано среднеквадратичное отклонение случайной и систематической компоненты. Учитывались смещения по трем направлениям: вертикальному, продольному поперечному.

Для протокола NAL учитывались данные первых 5 фракций и выводился вектор систематической неопределённости для последующей разовой коррекции. В протоколе eNAL учитывались временные тренды: начало аналогично NAL, далее СВСТ и коррекция раз в неделю. Для онлайн протокола СВСТ проводилась каждую фракцию, коррекция позиции пациента проводилась в случае, если хотя бы по одной из осей обнаруживалось смещение более 2 мм.

По значениям среднеквадратичного отклонения рассчитана величина PTV [6,7].

**Результаты:** Величина стандартного отклонения систематической неопределённости достигала наибольшего значения для протокола без коррекций и составила 1-3,3 мм по трем направлениям, для NAL протокола 1-2,1 мм, eNAL – 0.8-2 мм и для онлайн протокола – 0,2 мм. Значение стандартного отклонения для случайной неопределённости у протокола без коррекции - 1,7-2,6 мм, для офлайн протоколов значение составило 1,8-2,7 мм для NAL и 1,8-2,8 мм – eNAL, 0,4-0,5 мм для онлайн протокола. Отступ PTV для протокола без коррекции составил 3,6-10 мм, для NAL протокола 3,8-7,1 мм, для eNAL – 3,3-6,8 мм и для онлайн – 1 мм.

**Заключение:** Офлайн протоколы коррекции укладки эффективно снижают вклад систематической неопределённости, однако только онлайн протокол способен уменьшить и случайную составляющую.

Выбор протокола коррекции укладки зависит от целей лучевой терапии, а также оснащённости и пропускной способности на аппарате.

Областью данного исследования являлись неопределённости укладки. В исследование не были включены неопределённости оконтуривания, передачи данных и совмещения снимков.

# Эмпирический метод определения допусков в значения параметров в относительных измерениях в рамках валидации дозиметрической модели протонного карандашного сканирующего пучка

*Демидова Анна Михайловна*

ФГБУ ФВЦМР ФМБА России, г. Димитровград

*Контакты:*

[anna\\_demidova1991@mail.ru](mailto:anna_demidova1991@mail.ru), +79022451241

**Цель работы:** разработать методику определения допустимых отклонений специфических характеристик в дозиметрических тестах, рекомендуемых производителем системы планирования не имеющих аналогов в фотонной терапии в рамках программы валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка.

## **Материалы и методы исследования:**

Для создания допусков в рамках учета инструментальной и методической погрешности использовалось среднее квадратическое отклонение  $S_x$ . Для учета доверительного интервала допустимого отклонения в системе планирования искусственным образом моделировалось смещение положение спотов с известным шагом, до тех пор, пока при сравнительном анализе с помощью гамма-индекса изначального положения спотов с положением спотов со смещением будет наблюдаться прохождение с критериями 2%/2мм

## **Результаты исследований:**

Разработана методика определения допустимых отклонений положения спотов в рамках программы валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка на основе эмпирических данных и с учетом государственных стандартов. Определено допустимое отклонение положения спотов в размере  $\pm 0,5$  мм

## **Заключение:**

Для численного анализа относительных измерений в рамках программы валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка в рекомендации разработчика системы планирования протонной терапии по валидации дозиметрической модели не указаны допустимые отклонения в условиях дозиметрических тестов. Помимо инструментальной и методической погрешности, которые определяются стандартными методами имеет место быть отклонение положение спота от заданной точки расположения спота в слое в результате погрешности отклоняющих протонный пучок магнитов. Разработана методика определения допустимого отклонения положения спота в рамках программы валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка.

## Математическая модель фармакокинетики дозодополняющих наночастиц

*Д.А. Гиневский, П.В. Ижевский, И.Н. Шейно*

ГНЦ РФ - Федеральный медицинский биофизический центр им.А.И.Бурназяна ФМБА  
России, Москва

*Контакты:*

[dgin@oits.ru](mailto:dgin@oits.ru), +79262071338

Актуальной проблемой медицинской физики является нацеливание на опухолевые клетки дозодополняющих наночастиц.

Цель: разработка математической модели вариантов нацеливания и поступления в опухолевые клетки дозодополняющих наночастиц.

Методы. Рассмотрены 3 варианта нацеливания наночастиц на опухолевые клетки: пассивное, активное и триггерное. Общий вид уравнения для описания фармакокинетики может быть представлен в виде (1):

$$\frac{\partial C_n}{\partial t} = \sum_{i,j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} \left( D_{jn} \frac{\partial C_n}{\partial x_j} \right) + \sum_{m=1}^N k_m C_m + \sum_{p,q=1}^N k_{p,q} C_p C_q + \sum_{m=1}^N \frac{a_m C_m}{b_m + C_m} \quad (1)$$

Где  $N$  - количество рассматриваемых превалирующих процессов, а  $D_{j,n}$ ,  $k_m$ ,  $k_{p,q}$ ,  $a_m$  и  $b_m$  - случайные функции координат и времени. При численном моделировании разных типов нацеливания некоторые параметры могут быть заданы равными 0.

Коэффициенты  $D_{j,n}$ ,  $k_m$ ,  $k_{p,q}$ ,  $a_m$ ,  $b_m$  в ходе расчета определяются при помощи иерархической системы случайных процессов, каждый из которых имеет распределение Гаусса. Математическое ожидание каждой величины может быть определено экспериментально с известной погрешностью измерения. Поэтому первый случайный процесс связан с погрешностью проведения эксперимента по определению среднего значения. Кроме этого, существуют случайные процессы, связанные с неоднородностью структуры биологической ткани и с характером конкретного процесса. На результат предыдущего шага накладывается случайный процесс, связанный с временными отклонениями, связанными с жизнедеятельностью организма.

Плотность вероятности случайного процесса (F), использованного при моделировании для определения мгновенных значений параметров в каждой точке пространства в любой момент времени:

$$F(p_1 \dots p_M) = \frac{1}{(2\pi)^{M/2} \prod_{m=1}^M \sigma_m} \exp \left\{ -\frac{(p_1 - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2} - \sum_{m=2}^M \frac{(p_m - \mu_m)^2}{2\sigma_m^2} \right\} \quad (2)$$

где  $M$  – количество случайных факторов, влияющих на значение параметра,  $p_1$  - фактор первого случайного процесса, связанный с определением среднего значения искомого коэффициента,  $p_2 \dots p_M$  - факторы дополнительных случайных процессов, которые играют роль при определении конкретных значений коэффициентов системы уравнений (1),  $\sigma_m$  - среднеквадратичное отклонение для каждого из факторов.

Результаты: Разработана математическая модель фармакокинетики наночастиц с разными типами нацеливания, в зависимости от исходной концентрации в крови.

Заключение: Разработанная модель позволяет оценить пространственно-временное распределение и эффективность разных типов нацеливания наночастиц.

## Математические методы коррекции артефактов диффузионной магнитно-резонансной томографии

Уразова К.А.<sup>1</sup>, Горлачев Г.Е.<sup>2</sup>, Голанов А.В.<sup>1</sup>,  
Черняев А.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко" Министерства здравоохранения РФ, Москва

<sup>2</sup>ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, Москва

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва

*Контакты:*

[kurazova@nsi.ru](mailto:kurazova@nsi.ru), +79169594079

Использование различных карт характеристик диффузионных данных магнитно-резонансной томографии (дМРТ) несёт в себе большой потенциал для лучевой терапии, что предполагает высокую точность количественной оценки диффузии. Однако данная модальность магнитно-резонансной томографии (МРТ) подвержена появлению артефактов, обусловленных особенностями эхо-планарных импульсных последовательностей, высокими разрешением во времени и скоростью сбора данных.

Способы коррекции данных искажений в общих чертах можно разделить на те, которые пытаются получить (измерить) эффекты вне резонанса за счёт дополнительных измерений (аппаратные методики), и те, которые пытаются оценить их по искаженным данным, используя методы обработки изображений и регистрации (программные методики). Первый класс методик выполняет это, например, путем отделения фазы, которая была накоплена от кодирующих градиентов, от фазы, которая накапливалась с течением времени как следствие «внерезонансного» поля. Второй класс более удобен с точки зрения рутинной работы, так как: 1. позволяет обрабатывать изображение в любой момент времени; 2. более гибко подстраивается под актуальные клинические задачи; 3. некоторые методики позволяют проводить коррекцию практически без использования дополнительных измерений, что удобно при использовании для планирования лучевого лечения МР-исследований сторонних организаций.

Программные методики основаны на модели трансформации изображения и функции стоимости, которая оценивает соответствие между преобразованным и «эталонным» изображениями. Существует метод, базирующийся на вычислении начальной оценки компонент тензора по искаженным изображениям, использующейся затем для «моделирования» синтетических диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) в различных направлениях градиента. После такого расчета каждое фактическое ДВИ совмещается с соответствующим смоделированным, а скорректированные изображения используются для пересчета компонент тензора. Этот процесс повторяется до тех пор, пока совпадение не будет 100%.

Чтобы обойти зависимость от поиска или создания пар изображений с одинаковым контрастом, авторы в работе использовали статистическую функцию, называемую взаимной информацией. Являясь мерой статистической зависимости между двумя изображениями, она почти не делает предположений о взаимосвязи между их интенсивностями. Функция взаимной информации используется для регистрации ДВИ непосредственно с T2w эхо-планарным изображением, которое, как правило, всегда делается в рамках стандартного протокола исследования.

В программном пакете FSL, исходя из того, что диффузионный сигнал распределён по сфере, реализован алгоритм, использующий методы, применяемые в геостатистике, где в качестве особого случая Гауссова процесса, наблюдаемого на сфере, является, так

называемый «Кригинг». В основе алгоритма коррекции лежит предсказание данных посредством выбора ковариационной функции, которая позволяет точно прогнозировать сигнал даже от вокселей со сложной конфигурацией волокон. Для геостатических методов ковариация часто определяется как функция угла  $\theta$  между двумя векторами от центра сферы до точек  $x$  (наблюдаемая) и  $x'$  (прогнозируемая), легко представляемым как  $g$ -векторы. Двумя популярными ковариационными функциями являются – экспоненциальная и сферическая. Однако используемые МРТ должны отвечать определённым требованиям, и в случае несоответствия есть необходимость сбора дополнительной информации. Важно понимать, что артефакты не только увеличивают вариабельность измерений МРТ, но также, что наиболее важно, могут внести предвзятость, которая потенциально приведёт к ложноположительным заключениям. Однако, несмотря на многообразие разработанных методик коррекции артефактов, в клинической практике всё ещё актуальной остается задача разработки и имплементации инструментов, не требующих сбора дополнительных данных.

## **Анализ межфракционных смещений пациентов с раком прямой кишки при позиционировании на фиксирующем устройстве Belly Board под контролем изображений СВСТ на аппаратах Varian**

*Харсун Л.П., Чухланцева А.С., Багова С.З., Черных М.В., Иванов В.А., Петухов Е.А.*

ООО «ПЭТ-Технолоджи Подольск»

*Контакты:*

[lyudmila-devyatkina@yandex.ru](mailto:lyudmila-devyatkina@yandex.ru)

**Введение.** Радиотерапия является основным способом лечения рака прямой кишки. При лечении в положении «лежа на спине» велика токсичность для желудочно-кишечного тракта. Для смещения тонкого кишечника из зоны облучения и, следовательно, снижения полученной им дозы, применяется фиксирующее устройство Belly Board, однако использование этого устройства связано с уменьшением воспроизводимости укладки пациента по сравнению с положением «лежа на спине». Таким образом, при составлении планов лечения возникает вопрос о выборе отступа PTV, отвечающего за учет возможных неточностей укладки. В докладе RTOG 0822 рекомендуемый отступ составляет 0,5 см как при положении пациента «лежа на спине», так и при использовании Belly Board. По внутреннему протоколу лечебного учреждения, определение отступов PTV зависит от уровня подготовки врача, воспроизводимости укладки и частоты проверки позиционирования пациента по СВСТ. На данный момент при использовании иммобилизирующего устройства Belly Board применяются отступы 0,7 см в вертикальном и продольном направлениях, 0,5 см в поперечном направлении.

**Цель работы.** Определение величины отступа PTV при позиционировании пациентов с раком прямой кишки на фиксирующем устройстве Belly Board по данным СВСТ и формуле van Herk; выявление возможных причин значительных расхождений в положении пациента от фракции к фракции.

**Материалы и методы.** Облучение пациентов проводилось на ускорителях Clinac iX и TrueBeam фирмы Varian в период с декабря 2019 по июль 2020 года. Для определения величины отступа PTV были исследованы доступные в Offline Review данные о положениях терапевтического стола при визуальном контроле укладки и после совмещения по СВСТ для 56 пациентов. Пациенты были разбиты на две когорты: 20 пациентов с ежедневным контролем СВСТ и 36 пациентов с периодическими снимками (в среднем 8 снимков на пациента), всего проанализированы данные 661 укладки. Отступы для каждого направления (вертикальное, продольное, поперечное) определялись согласно разработанной van Herk методике путем анализа систематической и случайной компонент смещения по данным СВСТ. Были изучены зависимости величины межфракционных отклонений от наполненности мочевого пузыря, индекса массы тела и пола пациентов, положения апертуры Belly Board относительно костных структур.

**Результаты.** Получены значения отступов, позволяющих убедиться, что 95% пациентов получают предписанную дозу при отсутствии ежедневного контроля по СВСТ: 1,07 см в вертикальном, 0,72 см в продольном и 0,74 см в поперечном направлениях. Превышение рекомендованной величины отступа 0,5 см в течении курса лечения хотя бы по одному направлению наблюдалось у всех пациентов; превышение отступа 1 см по всем направлениям не наблюдалось только у 14% пациентов, индекс BMI каждого из которых превышает 25. Для пациентов женского пола величина отступов в продольном и поперечном направлениях меньше, чем для пациентов мужского пола (0,66 и 0,62 по сравнению с 0,82 и 0,78 соответственно), в вертикальном направлении результаты близки. Прямой корреляции между изменениями наполненности мочевого пузыря от фракции к

фракции и значениями смещений пациента не выявлено, однако стоит отметить, что серьезное отклонение объема мочевого пузыря при проведении разметочного КТ от его объема во время лечения может приводить к низкой воспроизводимости укладки в течение всего курса лечения. Основным источником ошибок при использовании Belly Board в качестве иммобилизирующего устройства является нестабильное положение его апертуры относительно анатомии пациента.

**Заключение.** Существует множество причин для низкой воспроизводимости укладки пациента с раком прямой кишки при использовании Belly Board в качестве фиксирующего устройства. Среди основных факторов можно назвать положение Belly Board относительно пациента, наличие кишечных газов, наполненность мочевого пузыря, индекс массы тела. В результате отступ PTV может превышать рекомендованные RTOG значения для данной локализации, и, следовательно, проведение оценки его величины и разработка оптимальной стратегии укладки являются ответственностью пользователей и необходимы для обеспечения качества лечения пациентов.



## **Применение программ автоматической модуляции силы тока для оптимизации протоколов сканирования в компьютерной томографии**

*Чипига Л.А.*

<sup>1</sup>ФБУН научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В.Рамзаева, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

*Контакты:*

larisa.chipiga@gmail.com, +7 (950)012-96-63

В условиях пандемии COVID-19 наблюдается резкое увеличение числа КТ органов грудной клетки (ОГК). Широкое применение этого вида диагностики должно сопровождаться оптимизацией радиационной защиты пациентов, которая реализуется за счет снижения доз облучения пациентов. Однако, снижение дозы может приводить к появлению артефактов и снижению информативности КТ-изображения.

Целью данной работы являлось определение зависимостей доз облучения пациента и качества изображения от параметров протоколов сканирования при КТ ОГК.

В качестве объекта исследования в работе был использован антропоморфный фантом ГК, который сканировали на трех КТ-аппаратах разных производителей на разных протоколах. В протоколах сканирования изменяли параметры ref. mAs, NI и DRI для программ в CareDose (Siemens), Auto mA (GE) и RightDose (Philips), соответственно, и напряжение в диапазоне 80 – 120 кВ. Для оценки качества изображения были выбраны следующие параметры: шум КТ-изображения (HU) и отношение сигнал-шум (SNR), которые определяли в области сердца.

Было получено, что для томографов фирмы GE с программой Auto mA доза пациента имеет степенной характер зависимости от NI и снижается при увеличении NI; шум изображения прямо пропорционален, а SNR обратно пропорционален параметру NI. Для томографов Siemens с программой CareDose доза пациента прямо пропорциональна ref.mAs и увеличивается с напряжением; зависимость шума изображения и SNR от ref.mAs описывается степенной функцией. Шум изображения снижается с ростом ref.mAs и напряжением; SNR растёт с ref.mAs и напряжением. Для томографов Philips с программой DoseRight доза пациента прямо пропорциональна DRI и не зависит от напряжения; зависимость шума изображения и SNR от DRI описывается степенной функцией при разных напряжениях. Шум изображения снижается с ростом DRI и с напряжением; SNR растёт с DRI и напряжением.

При оптимизации протоколов сканирования в КТ необходимо учитывать специфические особенности программ автоматической модуляции силы тока.

## **Влияние размеров ренотрансплантата на его функциональное состояние по данным динамической реносцинтиграфии**

*Пышкина Ю.С.*

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, Самара

*Контакты:*

[yu.pyshkina@yandex.ru](mailto:yu.pyshkina@yandex.ru), +7 (927) 2669257

Цель исследования – изучение взаимосвязи размеров трансплантированной почки с показателями ее функционального состояния.

Материал и методы. Исследовано состояние почечного трансплантата (ПТ) 117 пациентов. Радионуклидная визуализация ПТ проводилась с использованием радиофармпрепарата (РФП)  $^{99m}\text{Tc}$ -Технемаг. Топометрия ПТ оценена по данным сонографии. Лабораторные методы исследования включали определение уровней креатинина и скорости клубочковой фильтрации (СКФ) сыворотки крови.

Результаты исследования. Основная масса научных исследований в настоящее время направлена на определение влияния возраста и пола донора и реципиента на течение постренотрансплантационного периода, в то же время не оценено значение размеров ренотрансплантата на его функцию. В нашем исследовании средний возраст пациентов Самарского центра трансплантации органов и тканей составил  $37,7 \pm 10,6$  года. Реципиентов женского пола было – 40,3%, мужского – 56,7%. Проведен корреляционный анализ между топометрическими данными ПТ по результатам ультразвукового исследования (длина и ширина почки, ширина паренхимы и коркового слоя почки, высота пирамидки ПТ) и показателями ее функционального состояния – амплитудно-временными характеристиками ренографических кривых ( $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$ ) стандартных зон интереса (первой – весь объем ренотрансплантата, вторая – периферийная область, ограниченная проекцией паренхимы ПТ), уровнями креатинина и СКФ сыворотки крови. Выявлена слабая взаимосвязь между временем максимального накопления ( $T_{\max}$ ) РФП паренхимой ПТ и шириной паренхимы ПТ (коэффициент корреляции Спирмена –  $r_s$  составил 0,22,  $p < 0,05$ ). Также установлена слабая взаимосвязь между топометрическими данными ПТ и уровнями креатинина и СКФ сыворотки крови. Корреляция между  $T_{\max}$ , временем полувыведения ( $T_{1/2}$ ) РФП всего почечного трансплантата и  $T_{1/2}$  паренхимы ПТ с размерами почки отсутствовала ( $r_s \leq 0,2$ ).  
Заключение. Функциональное состояние ренотрансплантата не зависит от размеров пересаженной почки.

## Наночастицы элементного бора, их получение и применение в бор-нейтронозахватной терапии рака

Успенский С.А.<sup>1,2</sup>, Хантаханова П.А.<sup>1,2</sup>, Таскаев С.Ю.<sup>3</sup>, Заборонок А.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия

<sup>2</sup> Институт синтетических полимерных материалов РАН, г. Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт ядерной физики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

<sup>4</sup> Университет Цукуба, г. Цукуба, Япония

*Контакты:*

[uspenskii@ispm.ru](mailto:uspenskii@ispm.ru); +79167011312

Проблема онкологических заболеваний остается приоритетной для национального здравоохранения. Разработка лекарств и более результативных методов лечения злокачественных опухолей является важной и до сих пор не до конца решённой научной задачей. Бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) – уникальный тип лучевой терапии раковых заболеваний. В методе требуется введения соединений нерадиоактивного изотопа бора-10 ( $^{10}\text{B}$ ), его накопления в опухоли и дальнейшего облучения области опухоли пучком эпитеpmальных нейтронов. За облучением следует реакция захвата нейтронов ядром атома бора-10 с образованием высокоэнергетических частиц, которые повреждают ДНК опухолевых клеток и приводят к их гибели. Несмотря на видимые преимущества методики БНЗТ и положительные результаты пилотных клинических испытаний, одной из главных и наиболее актуальных проблем БНЗТ остается поиск мишенных агентов, удовлетворяющих главному требованию – содержание большого количества атомов бора-10 для достижения терапевтической концентрации в пораженных тканях (более 30 мкг на 1 г опухоли, что соответствует  $\sim 10$  миллиардам атомам бора-10) [1]. До настоящего времени только борфенилаланин (BPA) и боркапнат натрия (BSH) были протестированы в клинической практике БНЗТ и показали многообещающие результаты, но не смогли обеспечить излечение всех пациентов. Перечисленные препараты представляют собой низкомолекулярные соединения, содержащие 1 (BPA) и 12 (BSH) атомов  $^{10}\text{B}$  в одной молекуле, что ограничивает накопление бора в опухолевых клетках в необходимой терапевтической концентрации. Решением важной научной задачи повышения эффективности метода БНЗТ является увеличение количества атомов мишенного агента в препарате. Основная масса предложенных исследователями соединений бора требуют дорогостоящего многоэтапного синтеза для производства тех количеств, которые необходимы для клинического применения. В настоящее время активно ведутся работы по созданию нового поколения мишенных агентов таких, как наночастицы бора. Основное преимущество нанометровых объектов бора в качестве мишеней для БНЗТ заключается в содержании высокого количества атомов. Например, в частице элементного бора 3 нм – 12 тыс. атомов, 50 нм – 200 тыс. Автор доклада сосредоточит внимание на получении и использовании уникальных наночастиц (НЧ) элементного бора, созданных в результате сверхтонкого измельчения при ультразвуковом диспергировании в жидких средах в условиях кавитации [2]. Используемые наночастицы бора успешно протестированы *in vitro* на раковых клеточных линиях глиобластом человека, с последующим нейтронным облучением [3]: показывают низкий интервал цитотоксичности в концентрациях изотопа бор-10 до 1000 мг, а также высокое накопление в раковых клетках человека и снижение их жизнеспособности (до 90%) после облучения нейтронным пучком (данные MTS-тестов и клоногенного анализа).

## Атипичная нейровизуализационная картина глиобластом

Медведева Н.А.<sup>1</sup>, Халилов В.С.<sup>1,2</sup>, Костылев Ф.А.<sup>3</sup>, Бакаева Б.Р.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Центральная детская клиническая больница ФМБА России, г. Москва

<sup>2</sup> Кафедра неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики педиатрического факультета ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ, г. Москва

<sup>3</sup> Отделение лучевой диагностики, ФГБУ Российская Детская Клиническая Больница Минздрава РФ, г. Москва;

<sup>4</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», г. Москва

*Контакты:*

[niagara86@mail.ru](mailto:niagara86@mail.ru) +7(967)108-80-25

**Цель исследования:** Ретроспективный анализ результатов нейровизуализации верифицированных случаев глиобластомы (WHO grade IV), не демонстрировавших типичных признаков глиомы высокого грейда.

**Материалы и методы:** Проанализированы результаты динамических МРТ на томографах 3.0, 1.5 Тесла (Т) 3 пациентов, прошедших хирургическое вмешательство по поводу объемного образования головного мозга. В 2 случаях проводилось мультимодальное обследование, совмещающее результаты КТ, МРТ и ПЭТ КТ. У 1 пациента рутинный протокол сканирования на суперкондуктивном томографе включал в себя трактографию (DTI), ASL (arterial spin labeled), DSC (dynamic susceptibility contrast). Контрастное усиление одномолярным и полумолярным препаратами 7,5 и 20 мл. Гистологическая диагноз глиобластома WHO grade IV был перепроверен в двух независимых учреждениях.

**Результаты:** На этапе комплексного прехирургического обследования на рутинных МРТ у 3 пациентов выявлены патологические субстраты, визуализационные характеристики которых не позволяли склониться однозначно в сторону первичного неопластического процесса. В 2 случаях потребовалось динамическое наблюдение и применение ПЭТ КТ для верификации неопластического процесса. У 1 пациента с жалобами на постепенно нарастающие потерю речи и ухудшение памяти на КТ и МРТ было обнаружено контрастнегативный субстрат динамически стабильный на протяжении 3 месяцев, без перифокального отека и масс-эффекта. Дифференциальный ряд проводился между ОНМК, псевдотуморозной демиелинизацией и опухолью. ПЭТ КТ продемонстрировала накопление РФП характерное для злокачественной опухоли. У 2-го пациента обнаружены два образования с перифокальным отеком и масс-эффектом в обеих гемисферах. При динамике в 1-2 месяца отмечался регресс перифокального отека при нативном МРТ. При контроле контрастопозитивность образований расценена как вторичный неопластический процесс. Клиника в виде дебюта эпилепсии, молодой возраст и скудные изменения в неврологическом статусе, вкупе с кортикальной локализацией контрастнегативного субстрата, первоначально трактовались как диспластические изменения коры не исключающие ассоциации с опухолью по данным рутинной МРТ у 3-го пациента. При динамике через месяц отмечалось увеличение кортикального субстрата и контрастопозитивность. По данным DTI и ASL отмечались признаки злокачественного неопластического процесса.

**Выводы:** При обнаружении в тканях головного мозга патологических субстратов неясной этиологии не демонстрирующих специфических признаков первичного опухолевого процесса, целесообразно проводить комплексное обследование, совмещающее результаты МРТ и ПЭТ КТ. При невозможности проведения комплексного обследования целесообразно минимизировать сроки динамического контроля. Обязательно включение

в протокол MPT DTI, ASL и DSC, что может помочь в верификации неоплазмы и предположении злокачественности процесса.

## **Нейровизуализация в оценке результата комбинированной терапии высокодифференцированных глиом. Объединение теории и практики.**

Медведева Н.А.<sup>1</sup>, Халилов В.С.<sup>1,2</sup>, Костылев Ф.А.<sup>3</sup>, Бакаева Б.Р.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Центральная детская клиническая больница ФМБА России, г. Москва

<sup>2</sup> Кафедра неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики педиатрического факультета ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ, г. Москва

<sup>3</sup> Отделение лучевой диагностики, ФГБУ Российская Детская Клиническая Больница Минздрава РФ, г. Москва;

<sup>4</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», г. Москва

*Контакты:*

[niagara86@mail.ru](mailto:niagara86@mail.ru) +7(967)108-80-25

**Цель исследования:** Объединение и анализ существующих научных трудов и собственного практического опыта возможностей нейровизуализационной оценки результатов комбинированного лечения глиальных опухолей. Внедрение в практику врача-рентгенолога амбулаторного приема алгоритма визуализации и назначения сроков динамического контроля для дифференциальной диагностики псевдоответа, псевдопрогрессии и лучевого некроза.

**Материалы и методы:** Изучено 27 литературных источников зарубежных и отечественных авторов о сложностях оценки дифференциальной диагностики псевдопрогрессии, псевдоответа и истинного прогресса глиом после комбинированного лечения. На основании вышеуказанных данных в оценку включены 10 пациентов с глиальными опухолями с расхождением диагнозов по результатам нейровизуализационной оценки при интерпретации двумя независимыми рентгенологами. Проанализированы вероятные причины расхождения интерпретации и предложен алгоритм в рутинной работе врача-рентгенолога амбулаторного приема.

**Результаты:** В группе из 10 пациентов при рутинном МР исследовании, после комбинированного лечения глиомы увеличение контраст позитивной постоперационной зоны по границам хирургического вмешательства была расценена в 3-х случаях как истинная прогрессия/продолженный рост. Снижение интенсивности и площади контраст позитивной зоны в динамическом сравнении было расценено в 3-х случаях как псевдоответ, в 5-ти случаях как положительная динамика. Модифицированный протокол сканирования, включающий ASL (arterial spin labeled), DSC (dynamic susceptibility contrast) ретроспективно подтвердил ложноположительные результаты. В 5-ти случаях проводилось мультимодальное исследование с ПЭТ КТ.

**Выводы:** Оценка результатов комбинированного лечения высокодифференцированных глиом в условиях недостаточной технической и программной оснащенности рабочего места рентгенолога влечет за собой высокий процент ложноположительных и ложноотрицательных результатов в отношении диагностики истинной и ложной прогрессии. Протокол обязан содержать рекомендации по включению ASL, DSC на последующих этапах динамического наблюдения. Мультимодальное нейрорадиологическое исследование в корреляции со сроками лучевой и химиотерапии должно быть обязательной письменной рекомендацией в протоколе рентгенолога при невозможности самостоятельно провести данные исследования в виду низкой технической оснащенности. В протокол обязательно должны быть включены ASL, DSC.

## Возможности телемедицины для восстановления онкопациентов после стационарного лечения

*Е.С. Тучик, Н.С. Шведов, Т.А. Иваненко, В.В. Марчук*

ФГБУ Российский центр судебно-медицинской экспертизы МР,  
ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова МР, Москва

*Контакты:*

[manua-an@mail.ru](mailto:manua-an@mail.ru), 8(963)7109749

**Актуальность.** Современная телемедицина создает возможность дистанционного общения между врачом и пациентом посредством телекоммуникаций. Передача медицинской информации на расстоянии зачастую позволяет решать многие вопросы, в том числе и выполнять консультативную роль для реализации лучшего результата на этапе восстановления пациента после онкоопераций. Например, большинство пациентов после операций по поводу рака ротовой области выписываются из стационара, не восстановив голосовую функцию. При отсутствии голоса пациенты испытывают значительные трудности, качество их жизни резко снижается. Поэтому проблема восстановления голоса, речи у данных пациентов остается актуальной, и восстановительное лечение с применением телемедицины является необходимой составляющей в лечении.

**Материалы и методы.** В структуре медицинской реабилитации для восстановления пациентов можно применять возможности телемедицины для восстановления как голосовой функции, так и функции глотания пациентов перенесших оперативные вмешательства в ротовой области. Проведение разработанной нами специальной реабилитационной программы с пациентами при использовании видеосвязи, а также осуществление дистанционного консультирования позволит им чувствовать поддержку специалиста, создаст мотивацию для продолжительных занятий, позволит своевременно корректировать занятия пациента и давать необходимые рекомендации для дальнейшего восстановления.

В комплекс медицинской реабилитации на начальном этапе входят: артикуляционная гимнастика, мимическая гимнастика, PNF для лица, с целью активизации подвижных органов речи. Параллельно рекомендуется применять Войт терапию, орофациальную терапию Костилье Моралиса, метод Подаван, звуковые дыхательные упражнения. Особое внимание стоит обращать на обучение пациентов правильному дыханию и звуковым упражнениям, ускоряющим восстановление голоса. Обучают правильному диафрагмальному дыханию, что позволит сформировать «опору дыхания» и значительно удлинить выдох.

**Результаты.** При помощи телемедицины пациенты могли бы выполнять данные методы под руководством специалиста, повторяя за ним все необходимые упражнения. Важны и комментарии врача, оказывающие психологическую поддержку, мотивирующие к дальнейшим занятиям, корректирующие выполнение методов. В течение дня пациенты могли бы самостоятельно периодически выполнять необходимые упражнения.

Постепенно со временем, сила и скорость мышц гортани, а также фаза дыхания (выдох) увеличивались бы, и также наблюдалось восстановление голоса и его характеристик.

**Вывод.** Для возвращения пациента к полноценной жизни и восстановления её качества необходимо своевременно консультировать, показывать и рассказывать пациенту о необходимых методах и упражнениях. Не менее важна своевременная коррекция выполняемых пациентами реабилитационных мероприятий, а удаленно при условии проживания пациента в том числе и домашних условиях, такое возможно осуществлять на данном этапе с применением телекоммуникационных технологий.

## **Проект радиоизотопного комплекса РИЦ-80 в НИЦ КИ - ПИЯФ. Разработка новых методов получения медицинских радионуклидов.**

*В.Н. Пантелеев, А.Е. Барзах, Д.В. Федоров, В.С. Иванов, П.Л. Молканов, С.Ю. Орлов, М.Д. Селиверстов, Ю.М. Волков.*

188300, Гатчина, ФГБУ ПИЯФ НИЦ «Курчатовский институт»

В НИЦКИ ПИЯФ завершено строительство и произведены работы по запуску циклотрона Ц-80. Данный циклотрон рассчитан на получение протонов с энергией 40–80 МэВ и интенсивностью 100 мкА. Протонные пучки данного ускорителя предназначены для производства широкого спектра медицинских радионуклидов, используемых как для диагностики, так и для терапии различных заболеваний, а также для лечения офтальмологических заболеваний путем облучения злокачественных образований глаза. Для получения медицинских радионуклидов разработан проект комплекса РИЦ-80 (Радиоактивные Изотопы на Ц-80), который будет функционировать на одном из выведенных пучков Ц-80. Особенностью проекта является использование в данном комплексе на одной из трех мишенных станций электромагнитного масс-сепаратора для получения радиоизотопных ионных пучков высокой чистоты, что особенно важно для медицинских приложений. На комплексе РИЦ-80 планируется производство ПЭТ изотоп-генераторов  $^{68}\text{Ge}$ ,  $^{82}\text{Sr}$ , получение изотопов  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{123,124}\text{I}$ , а также радионуклидов для альфа-терапии  $^{223,224}\text{Ra}$ ,  $^{225}\text{Ac}$ . Параметры комплекса РИЦ-80 обеспечат производство и других радионуклидов, которые рассматриваются в качестве перспективных кандидатов для терапии и диагностики. Среди них  $^{64}\text{Cu}$ ,  $^{67}\text{Cu}$ ,  $^{111}\text{I}$ ,  $^{149}\text{Tb}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ . В настоящее время в ПИЯФ на пучке протонов синхроциклотрона СЦ-1000 проводятся исследования новых методов получения вышеуказанных радионуклидов с перспективой использования полученных результатов на РИЦ-80. Разработаны новые методы “сухого”, высокотемпературного выделения в вакууме изотопов стронция, меди, свинца и других радионуклидов из облученных мишеней. Предложенные методы также были использованы для выделения радионуклидов  $^{177}\text{Lu}$  и  $^{99}\text{Tc}$ , полученных в реакции на тепловых нейтронах. Эффективность выделения получаемых радионуклидов составляет 80-90%. С использованием масс-сепаратора ИРИС (Исследование Радиоактивных Изотопов на Синхроциклотроне) проведены эксперименты по получению изотопически разделенных радионуклидов  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{223,224}\text{Ra}$ ,  $^{225}\text{Ac}$ . Эффективность первых экспериментов масс-сепараторного выделения радионуклидов альфа-эмиттеров в виде изотопически разделенных ионных пучков составила величину 30-40% при их одновременной имплантации в используемый коллектор, что обеспечивает возможность их одновременной наработки.



# **Формирование минимального стандарта оснащения ультразвуковыми диагностическими приборами отделений лучевой диагностики стационарных медицинских организаций государственной системы здравоохранения регионов на примере г. Москвы.**

*Морозов С.П., Ветшева Н.Н. Солдатов И.В., Лантух З.А., Куреев С.Г.*

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»), Москва

*Контакты: Соколов Егор Николаевич,  
[e.sokolov@npcmr.ru](mailto:e.sokolov@npcmr.ru), +79263728142*

## **Аннотация**

На настоящий момент 64 стационарные медицинские организации Департамента здравоохранения города Москвы оснащены более 1500 единицами ультразвуковых диагностических приборов (далее – УЗДП), которые предназначены для оказания стационарной, специализированной медицинской помощи, а также для проведения ультразвуковых диагностических исследований в женских консультациях и родильных домах. Ввиду большого количества и разнообразия типов (портативный, ультрамобильный и пр.), областей применения (кардиология, урология, онкология и пр), классов (экспертный, высокий и пр.) имеющихся УЗДП крайне необходимо найти системный подход для стандартизации дальнейшего дооснащения стационарных медицинских организаций.

## **Введение**

На настоящий момент для оснащения государственных стационарных медицинских организаций применяются Приказы Министерства здравоохранения Российской Федерации об утверждении оказания медицинской помощи взрослому населению по профилям оказания медицинской помощи, например, травматология и ортопедия от 12.11.2012 г. № 901н, хирургия от 15.11.2012 г. № 922н, нейрохирургия от 15.11.2012 г. № 931н, больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями от 15.12.2012 № 918н и так далее. Однако, указанные стандарты оснащения не в полной мере отражают актуальную потребность, как по количеству оборудования, так и по наличию современных диагностических технологий.

## **Цель**

Разработать требования и рекомендации составления минимального стандарта оснащения стационарных медицинских организаций государственной системы здравоохранения для конкретного региона (г. Москва).

## **Материалы и методы:**

Минимальный стандарт оснащения должен учитывать следующие факторы:

1. Потребность в оказании медицинской помощи;

При выборе оборудования важно понимать диагностические задачи, которые будут решаться на данном виде приборов и сопоставлять их с предложениями современного рынка оборудования. Для целей проведения диагностических исследований, характерных для определенной специализации медицинской организации (городская клиническая больница, детская городская клиническая больница, взрослая/детская психоневрология, инфекционная больница, женская консультация, родильный дом) необходимо оснащать приборами конкретного типа и комплектации с необходимыми ультразвуковыми датчиками.

2. Соответствие современным диагностическим технологиям;

Для целей оказания врачебной помощи, а также специализированной помощи необходимо оснащать стационарные медицинские организации современным высокотехнологичным

оборудованием с необходимыми ультразвуковыми датчиками для проведения диагностических исследований, в том числе с возможностью передачи изображений для проведения пересмотра, консультаций и контроля качества.

3. Обеспечение доступности диагностики при условии эффективной эксплуатации работы оборудования;

Доступность диагностики, оказывающей стационарную и специализированную медицинскую помощь, определяется: профилями (кардиология, урология, онкология и пр.) или отделениями (терапевтическое, хирургическое и пр.), коечным фондом по конкретному профилю или отделению (число коек), числом операционных (оперблок, травматологических, сосудистых и пр.), а также числом прикрепленного населения в стационарных медицинских организациях (поликлиники, ЖК). Экспертами Государственного Бюджетного Учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы» при разработке минимального стандарта оснащения УЗДП для стационарных медицинских организаций использовались программные средства статистического анализа данных и методы сравнительного анализа согласно данным системы Управления материальным обеспечением Единой медицинской информационно-аналитической системы (УМО ЕМИАС), Формы федерального статистического наблюдения № 30, количества прикрепленного населения стационарных медицинских организаций, а также технические данные и обзоры современных УЗДП.

#### **Результаты:**

Минимальный стандарт оснащения УЗДП включает оснащение следующих стационарных медицинских организаций с распределением по имеющимся специализированным профилям:

1. Стационар для взрослого населения;
2. Стационар для детского населения;
3. Специализированный психоневрологический стационар для взрослого населения;
4. Специализированный психоневрологический стационар для детского населения;
5. Специализированный туберкулёзный, инфекционный стационар для взрослого населения;
6. Специализированный стационар для ветеранов войн;
7. Специализированный стационар медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины;
8. Женские консультации;
9. Родильные дома.

С учетом профилей, отделений и коечного фонда стационарных медицинских организаций, все возможные по типу комплектации УЗДП были определены для минимального оснащения по следующим типам УЗДП:

- Универсальный;
- Универсальный для педиатрии;
- Специализированный для сердечно-сосудистой системы;
- Специализированный для сердечно-сосудистой системы для педиатрии;
- Портативный;
- Портативный для кардиохирургической операционной;
- Портативный для педиатрии;
- Для миниинвазивных вмешательств и интраоперационных исследований;
- Для пункции/катетеризации центральных вен и проведения проводниковой анестезии;
- Специализированный для акушерства и гинекологии;
- Специализированный для диагностики заболевания кожи;
- Специализированный для колопроктологических исследований;
- Специализированный для урологических исследований;

- Специализированный для онкологических исследований.

В ряде случаев допускается оснащение свыше минимального стандарта при достаточном количестве врачебных ставок для полноценной загрузки оборудования.

### **Выводы**

Стандартизация оснащения стационарных медицинских организаций УЗДП способствует:

1. повышению качества проведения диагностики;
2. улучшению доступности оказания необходимых исследований согласно специализации медицинской организации;
3. снижению срока ожидания исследований;
4. рациональному планированию оснащения на период времени с сокращением дефицита в необходимом оборудовании;
5. расширению спектра медицинских услуг, оказываемых населению города.