

# **ТЕЗИСЫ**

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

**«Онкорadiология, лучевая диагностика и  
терапия»**

**18-20 февраля 2022 года, Москва**

## Эффективность томосинтеза в диагностике заболеваний молочных желез при плотном фоне

Гомина П.С., Мочалина Е.Н., Хасанова Д.Р., Жеребцова Н.В

Челябинский областной клинический онкологический диспансер, Челябинск  
Контактное лицо: [polinarentgen@gmail.com](mailto:polinarentgen@gmail.com) +7 (999) 581-90-97

**Цель работы:** Повышение выявляемости рака молочной железы, в том числе минимальных и клинически не проявляющихся форм. Показать эффективность диагностики при сочетании цифровой маммографии и томосинтеза.

**Материал и методы:** проведение комплексной лучевой диагностики заболеваний молочных желез при подозрении на наличие объемного тенеобразования, нарушения архитектоники, скопления микрокальцинатов при типе плотности железистой ткани ACR C, ACR D на цифровом маммографе с возможностью проведения томосинтеза

**Результаты исследований:** дисгормональная дисплазия молочной железы - дисгормональный гиперпластический процесс, характеризующийся широким спектром пролиферативных и регрессивных изменений тканей молочной железы с нарушением соотношения эпителиального и соединительнотканного компонентов ВОЗ [1984]. Высокая маммографическая плотность (МП) молочных желез является самостоятельным фактором риска рака молочной железы. Поэтому в настоящее время есть различные дополнительные методы дообследования молочных желез: томосинтез, спектральная контрастная маммография, МРТ, УЗИ молочных желез. За последнее время значительно возрос интерес к изучению стромы молочной железы. С экстрацеллюлярным матриксом связаны развитие и дифференцировка клеток. Внеклеточный матрикс представляет собой супрамолекулярный комплекс, образующий клеточное окружение, которое влияет на дифференцировку, пролиферацию, организацию и прикрепление клеток. Экстрацеллюлярный матрикс играет ключевую роль в органогенезе, эмбриогенезе, посттравматическом заживлении, канцерогенезе, опухолевой инвазии. Участие в которых принимают цитокины, инсулиноподобный фактор роста (ФР), ФР фибробластов, тромбоцитарный фактор роста, эпидермальный ФР, трансформирующий ФР. При повышенной МП на фоне фибросклероза и в процессе эпителиально-мезенхимального перехода активируются одинаковые проонкогены, перечисленные выше. При эпителиально-мезенхимальном переходе под влиянием патологических процессов в микроокружении, эпителиальные клетки приобретают характеристики мезенхимальных клеток, склонных к переходу в злокачественные стволовые клетки. Анализ опубликованных диагностических исследований показал, что цифровой томосинтез молочной железы с цифровой маммографией или без нее улучшал частоту выявления рака и чувствительность по сравнению с одной только цифровой маммографией. За 6 месяцев на базе ГБУЗ «ЧОКЦО и ЯМ» на цифровом маммографе было проведено 90 исследований томосинтеза пациенткам с ACR C и ACR D. Из них BIRADS 2 выставлено 24 пациенткам (27%), BIRADS 3 – 19 пациенткам (21%), BIRADS 4 – 12 пациентам (14%), BIRADS 5 – 12 пациенткам (14%), BIRADS 6 – 23 пациенткам (24). BIRADS 6 выставлялось вследствие необходимости контроля за ответом на терапию, исключения мультицентричного роста. В протоколах чаще встречалось описание объемного образования (в 61,2%), реже нарушение архитектоники (24,5% от всех протоколов), скопление микрокальцинатов (14,3%). В дальнейшем всем пациенткам (24 женщины) с выставленными категориями BIRADS 4 и BIRADS 5 были проведены гистологические верификации и иммунофенотипирование.

**Заключение:** томосинтез молочных желез является высокоинформативным исследованием, что достигается исключением наложения структур. Сочетание цифровой маммографии и томосинтеза позволяет повысить выявляемость патологических

изменений в молочной железе. Во многих случаях исключает потребность в проведении дополнительных исследований (прицельная маммография, дополнительные укладки). В ряде случаев исключает гипердиагностику, снижая число инвазивных вмешательств для уточнения природы изменений.

## **Оценка эффективности масляной химиоэмболизации в лечении первичного и метастатического рака печени**

*Пивоваров Р.А. Седаков И. Е., Семикоз Н. Г., Бондарь А.В.*

РОЦ им проф. Г. В. Бондаря, Донецк

Контактное лицо: [Pivovarovromadoc@mail.ru](mailto:Pivovarovromadoc@mail.ru), +7 (918) 324-15-52.

**Цель исследования:** оценить эффективность масляной химиоэмболизации печеночной артерии (МХЭПА) при первичном и метастатическом раке печени.

**Материалы и методы:** с января 2017 г. по декабрь 2020 г. МХЭПА применена у 46 пациентов в возрасте от 24 до 72 лет. Из них 16 (35%) мужчин и 30 (65%) женщины. Из них у 11(24%) установлен первичный рак печени, у остальных 35 (76%) пациентов установлено метастатическое поражение печени. По локализации первичного процесса, пациенты распределены: в 17 (48%) КРР, рак молочной железы – в 7 (20%), опухоли панкреатодуоденальной зоны - в 6 (17%), рак матки в 2 (6%), карциноид в 2 (6%), рак желудка в 1(3%) случаях. Во всех 46 случаях, диагноз был подтвержден гистологически. Всем пациентам выполнялась селективная ангиография трансфеморальным доступом по стандартной методике. Затем проводились селективная катетеризация питающих сосудов и их химиоэмболизация суспензией Lipiodol + химиопрепарат. Всего выполнено 161 вмешательство. Каждому пациенту проведено от 2 до 6 МХЭПА.

**Результаты исследований:** непосредственные результаты проведенного лечения оценивали спустя 1, 6 и 12 месяцев после последней МХЭПА в соответствии с критериями RECIST. У всех больных первичным раком печени противоопухолевый эффект МХЭПА оказался частичным по истечении 4 недель. 1 пациент умер через 14 дней после 1 курса МХЭПА. В дальнейшем им проведены дополнительные курсы МХЭПА (3-4 всего). Непосредственная эффективность лечения у 35 (76%) больных с метастатическим поражением: 1 мес.: полный ответ в 2(6%), частичный ответ в 16 (46%), стабилизация в 12 (34%), прогрессирование в 5 (14%) случаях. 6мес.: полный ответ в 2(6%), частичный ответ в 14 (40 %), стабилизация в 10 (28%), прогрессирование в 7 (20%) случаях, летальные исходы 2 (6%). 12 мес.: полный ответ в 2(6%), частичный ответ в 10(28,5 %), стабилизация в 10 (28,5 %), прогрессия в 9 (26%) случаях, летальных исходов 4 (11%).

**Заключение:** методика МХЭПА относительно безопасна, хорошо переносится пациентами, по полученным нами данным, имеет высокую клиническую эффективность и может быть использована как компонент комплексного лечения, а также самостоятельно.

## Оценка возможностей магнитно-резонансной томографии в мониторинге лечения местнораспространенного рака шейки матки

*Зидиханов Д. И., Ларюков А.В., Куртасанов Р.С., Шакирова Э.Ж., Миндубаев Э.Ю*

ГАУЗ Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ, Казань

Контактное лицо: тел: +7 (987) 276-39-56, e-mail: [mf469777@yandex.ru](mailto:mf469777@yandex.ru)

**Цель исследования** – определение диагностической значимости (чувствительности и специфичности) магнитно-резонансной томографии (МРТ) в выявлении остаточной опухоли после химиолучевой терапии (ХЛТ) местнораспространенного рака шейки матки.

**Материал и методы:** в ГАУЗ «РКОД МЗ РТ» с 2019 по 2021 год проанализированы 29 пациенток с установленным диагнозом рак шейки матки, гистологическим типом являлись плоскоклеточный рак (26 пациенток) и аденокарцинома (3 пациентки). Средний возраст пациенток составил 52,6 лет. МРТ выполнялась до начала лечения для оценки распространенности процесса (первичное исследование) и через 6 недель после завершения радикальной ХЛТ для оценки ее эффекта и поиска остаточной опухоли (контрольное исследование). Пациентки с подозрением на остаточную опухоль по МР-данным (частичный ответ по RECIST) и / или по лабораторным и цитологическим данным, были прооперированы. Пациентки, у которых отсутствовали признаки остаточной опухоли по МР-визуализации (полный ответ по RECIST), а также по лабораторным и цитологическим данным, оставались на динамическом наблюдении. Пациентки с установленным гистологическим типом опухоли “аденокарцинома” были прооперированы после ХЛТ вне зависимости от подозрения на остаточную опухоль. МР-критерием остаточной опухоли являлось наличие патологического участка в структуре шейки матки, гиперинтенсивного на T2-взвешенных изображениях, с ограничением диффузии и ранним накоплением контрастного препарата. Лабораторными и цитологическими признаками, указывающими на остаточную опухоль, являлись: рост уровня антигена плоскоклеточной карциномы в венозной крови и выявление опухолевых клеток в материале из шейки матки.

**Результаты и методы:** при первичном МР-исследовании у всех пациенток была выявлена местнораспространенная форма рака шейки матки (T2a-T3b, согласно TNM 8-й версии, 2017г.). При контрольной МР-визуализации, выявлено 18 пациенток с частичным ответом по RECIST и 11 пациенток с полным ответом по RECIST. При этом, в группе полного ответа, в 3 случаях были получены лабораторные и цитологические данные в пользу остаточной опухоли, в 1 случае – гистологическим типом опухоли являлась аденокарцинома. Всего было прооперировано 22 пациентки, на динамическом наблюдении оставались 7 пациенток. Совпадение лучевых и постоперационных данных отмечено в 16 случаях: 14 истинно положительных случаев, 2 истинно отрицательных случая. Также в группу истинно отрицательных случаев были включены вышеуказанные 7 пациенток с полным ответом по RECIST, которые оставались на динамическом наблюдении (с 2019 года) без признаков прогрессирования заболевания по МРТ, лабораторным и цитологическим исследованиям, таким образом, всего было получено 9 истинно отрицательных случаев. Ложноположительные результаты при МРТ были получены в 4 случаях, ложноотрицательные – в 2 случаях.

**Заключение:** согласно полученным результатам и расчетам, чувствительность МРТ в выявлении остаточной опухоли после ХЛТ местнораспространенного рака шейки матки составила 87,5%, специфичность – 69,2%. Выполнение МРТ на 6-й неделе после завершения ХЛТ позволит выявить пациенток с неблагоприятным прогнозом и выбрать для них оптимальную дальнейшую тактику.

## Оценка повреждений хромосом на разных режимах КТ-сканирования

*Курсова Л.В., Касымов М. Р., Червякова А. Е.*

МРНЦ им. А.Ф.Цыба НМИЦ радиологии, Обнинск  
Контактное лицо: [larisa@mrrc.obninsk.ru](mailto:larisa@mrrc.obninsk.ru) +7 (910) 522-96-83

**Цель исследования:** описание опыта лечения лучевого ректита и лучевого цистита, возникающих как осложнение лучевой терапии рака предстательной железы

**Материалы и методы:** в наблюдение включены 146 пациентов, получавших комплексное лечение с 2015 г по 2021 г в отделении консервативного и хирургического лечения лучевых повреждений МРНЦ в возрасте от 46 до 88 лет с местными лучевыми повреждениями кишечника и мочевого пузыря, развившихся после дистанционной лучевой терапии (ДЛТ), брахитерапии и сочетанной лучевой терапии (СЛТ). ДЛТ выполнена 105 больным (72%), брахитерапия 15 больным (10%), СЛТ 26 больным (18%). Все больные находились в ремиссии по раку предстательной железы. У всех больных выявлен лучевой ректит 2-4 ст в 50% сочетавшийся с лучевым циститом 2-4 ст. Комплекс лечения включал диету, питьевой режим, нормализацию стула, гемостатическую, противовоспалительную, вазоактивную, обезболивающую терапию, антибиотикотерапию по посеву мочи. Местное лечение заключалось в инстилляциях в мочевой пузырь бескатетерным способом и ректальных микроклизмах. При неэффективности консервативных мероприятий с гемостатической целью проводились аргоноплазменная коагуляция ангиоэктазий или моно-биполярная коагуляция кровоточащих участков слизистой оболочки. Наряду с лечением профильной патологии обязательным являлась коррекция сопутствующих заболеваний – артериальной гипертензии, сахарного диабета, сердечной недостаточности, нарушений ритма, санация очагов хронической инфекции. Госпитализация осуществлялась 1-3 раза в год, на амбулаторном этапе продолжалась терапия в редуцированном объеме.

**Результаты и методы:** положительная динамика по клинической, лабораторной, эндоскопической картине зафиксирована у 94 % пациентов через год после первой госпитализации. У 8 пациентов сформировался везикоректальный (6 человек) свищ и свищ в мягкие ткани (2 человека). В 8 случаях сформированы разгрузочная колостома и эпицистостома. В 3 случаях выполнена уретротомия по поводу стриктуры.

**Выводы:** консервативная терапия лучевых повреждений органов малого таза позволяет улучшить качество жизни пациентов. Аргоно-плазменная коагуляция и моно-биполярная коагуляция являются эффективными методами купирования кровотечения, устойчивого к консервативным мероприятиям. Эффективность лечения лучевых повреждений зависит от сроков поступления в стационар, степени тяжести процесса, возраста, сопутствующей патологии. Лечение должно быть комплексным, своевременным, стационарные этапы должны сочетаться с амбулаторными.

## Оценка эффектов нестабильности генома *in vitro* при использовании различных протоколов КТ-сканирования органов грудной клетки

*Охрименко С.Е., Ингель Ф. И., Коренков И. П., Ахальцева Л.В., Юрцева Н.А., Кривоцова Е.К., Коняшкина М.А., Никитина Т.А., Рыжкин С. А., Рыжов С. А., Гомболевский В. А*

ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва  
Контактное лицо: [ooniii@mail.ru](mailto:ooniii@mail.ru), +7 (926) 867-67-40

**Цель исследования:** оценка эффектов нестабильности генома *in vitro* при использовании различных протоколов КТ-сканирования органов грудной клетки.

**Материалы и методы:** у 10 волонтеров разного пола и возраста отобрали по 4 пробы венозной крови, которые облучали в фантоме Lungman Phantom N1 на компьютерном томографе «Toshiba Aquilion 64 Canon Medical Systems (Япония) на различных режимах КТ-сканирования, по эффективной дозе (E): проба №1 - УНДКТ - 0,8 мЗв, проба №2 - НДКТ - 1,3 мЗв, проба № 3 - «стандарт» -12 мЗв, проба № 0 - необлученный контроль. Оценку E проводили на основе данных компьютерного томографа. Образцы проб крови культивировали в условиях цитокинетического блока. Анализировали шифрованные препараты с расшифровкой после окончания микроскопического цитомного анализа всех 40 препаратов. Учитывали 30 показателей нестабильности генома клеток, в том числе: апоптоз, пролиферацию, митотическую активность, повреждения ДНК: частоту клеток с микроядрами (МЯ), нуклеоплазменными мостами (НПМ), частоту клеток с нечетным числом ядер и пр. Статистический анализ проводили по критерию Манна – Уитни, считая значимыми различия при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты:** с увеличением дозы имелась тенденция к снижению пролиферативной активности культур клеток причем соотношение частот апоптоза и митотической активности клеток не отличалось от контроля при дозах 0,83 и 1,3 мЗв. Процессы апоптоза доминировали над митотической активностью только при облучении в стандартной дозе 12 мЗв. Частота полиядерных клеток значительно повышалась при облучении в дозе 0,8 мЗв, а при облучении в дозах 1,3 мЗв и 12 мЗв не отличалась от контроля. Частоты клеток с нечетным числом ядер (проявление анеуплоидии и индикатор малигнизации) также были максимальными в культурах, облученных в дозе 0,8 мЗв

**Выводы:** впервые показано, что в большом % случаев частота повреждения ДНК лимфоцитов крови выше при E 0,8 мЗв, что говорит о возможном отсутствии активации репарации ДНК при низких дозах, поскольку облучение в дозах 1,3 и 12 мЗв индуцировало более низкие уровни эффектов нестабильности генома по сравнению с дозой 0,8 мЗв. Это позволяет предположить более высокую вероятность развития эффектов нестабильности генома и, следовательно, более высокий риск онкологической трансформации лимфоцитов крови при облучении в режимах УНДКТ.

## Возможности текстурного анализа при компьютерной томографии гиперваскулярных образований поджелудочной железы

*Груздев И. С., Тихонова В. С., Лаптева М. Г., Проскуряков И. С., Подлужный Д. В., Кондратьев Е. В., Калдаров А. Р., Кармазановский Г. Г.*

НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского, НМИЦ онкологии имени Н. Н. Блохина,  
Москва

Контактное лицо.: [gruzdev\\_van@mail.ru](mailto:gruzdev_van@mail.ru), +7 (903) 517-93-20.

**Актуальность:** Текстурный анализ – это новая методика, позволяющая вычислять количественные характеристики значений пикселей или вокселей медицинских изображений. Текстуальные показатели нейроэндокринных опухолей (НЭО) поджелудочной железы (ПЖ) зависят от их гистологической структуры и степени дифференцировки (или грейда).

**Цель исследования:** Целью данной работы было сравнить текстурные характеристики между НЭО различной степени дифференцировки, а также с текстурными показателями метастазов рака почки.

**Материалы и методы:** 81 пациент с 82 морфологически верифицированными НЭО ПЖ и 17 пациентов с метастазами и данными иммуногистохимического анализа были ретроспективно отобраны в исследование. Исследование выполнялось в 2 этапа:

1) Был проведен текстурный анализ КТ-исследований 82 НЭО, вычислены 52 текстурных показателя для каждой фазы исследования и проведено их сравнение у НЭО грейд 1 и НЭО грейд 2/3.

2) Был проведен текстурный анализ КТ-исследований и выявлены КТ-характеристики (отношение плотности метастаза в контрастные фазы исследования к плотности паренхимы (LPC) и относительный коэффициент накопления (RTE), наличие кальцинатов, кист, расширения протока, атрофии поджелудочной железы) 24 метастазов рака почки у 17 пациентов в артериальную фазу исследования, проведено сравнение с 79 НЭО грейд 1/2.

**Результаты:** Во всех выполненных исследованиях зафиксированы статистически значимые различия в параметрах спектров флуоресценции и рассчитанных значениях тканевой сатурации для неизменной паренхимы печени и опухолевой ткани. Это связано с изменениями метаболической активности ткани печени, а также с различным соотношением содержания артериальной, венозной крови, желчи в опухолевой ткани и неизменных участках паренхимы печени. Для синтеза правила принятия решений с целью разделения тканей на два класса – опухоли и условно нормальные ткани – был использован метод опорных векторов. Чувствительность и специфичность разработанного метода оптической диагностики достигли 0,90 и 0,95.

**Выводы:** 1) 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 в определении грейда опухоли была обнаружена у показателей GLZLM\_ZLNU (Grey-Level Zone Length Matrix Zone Length Non-Uniformity) в артериальную и SHAPE\_Compacity (компактность формы в венозную фазы исследования).

2) выявили более интенсивное накопление контрастного препарата метастазами рака почки по сравнению с НЭО (выше значения LPC и RTE, 1,85 и 1,47; 2,57 и 1,82, соответственно,  $p < 0,001$ ). В структуре метастазов не было выявлено кальцинатов. Максимальная AUC для текстурных показателей в дифференциальной диагностике НЭО и метастазов составляла 0,796.

## Прогнозирование риска гепатоцеллюлярной карциномы у пациентов с фиброзом и циррозом печени в исходе хронического вирусного гепатита С с использованием метода КТ-перфузии печени

Смирнова Д.Я., Сташук Г.А.

ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва.  
Контактное лицо: +7 (910) 002-28-75, [d-ya-sm@yandex.ru](mailto:d-ya-sm@yandex.ru)

**Актуальность.** Построить прогностическую модель для определения риска ГЦК у пациентов с фиброзом и циррозом печени в исходе хронического вирусного гепатита С (ХВГС) на основании анамнестических данных, диаметра ствола воротной вены и параметров КТ-перфузии печени.

**Материалы и методы.** В проспективное исследование на базе отделения лучевой диагностики ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского был включен 61 пациент (42 мужчины, 19 женщин, возраст пациентов – 52 [IQR 45-58] года) с фиброзом и циррозом печени в исходе ХВГС. У 18 пациентов на основании данных предшествующего обследования (биопсии, мультифазной КТ, МРТ) был установлен диагноз ГЦК. Всем пациентам проводилась КТ-перфузия печени на аппарате Philips iCT. Определялись значения артериальной (АР), портальной (РР), общей перфузии (ТР) и индекса перфузии печени (НРІ) в III, VII, VIII сегментах.

**Результаты.** в группе пациентов с ГЦК АР, РР, НРІ, диаметр воротной вены составили 14,10[IQR10,41-19,52]мл/мин/100мл, 29,31[IQR21,09-34,88]мл/мин/100мл, 31,94[IQR23,08-46,60]%, 14,15[11,70-16,30]мм; в группе пациентов без наличия ГЦК значения данных параметров составили 17,49[14,66-20,16]мл/мин/100мл, 29,52[25,96-35,06] мл/мин/100мл, 39,13[30,89-46,50]%, 15,10[13,80-16,50]мм соответственно. Наличие тромбоза воротной вены и гепатоцеллюлярной карциномы наблюдалось в 33,3% случаев, наличие тромбоза воротной вены у пациентов без ГЦК было выявлено в 11,6% случаев. Была разработана прогностическая модель для определения вероятности наличия ГЦК в зависимости от возраста, диаметра ствола воротной вены, наличия тромбоза воротной вены, НРІ, АР, РР методом бинарной логистической регрессии. Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$P=1/(1+e^{-z})\times 100\%$$

$$z=2,597+0,131X_{\text{воз.}}-0,286X_{\text{д. вор. вены}}+2,226X_{\text{тромб.вор.вены}}-0,155X_{\text{НРІ}}+0,151X_{\text{АР}}-0,125X_{\text{РР}}$$

где Р–вероятность развития ГЦК, Х<sub>воз.</sub>–возраст(полных лет), Х<sub>д. вор. вены</sub>–диаметр ствола воротной вены(мм), Х<sub>тромб.вор.вены</sub>–наличие тромбоза воротной вены (0–отсутствие тромбоза воротной вены, 1–наличие тромбоза воротной вены), Х<sub>НРІ</sub>– НРІ(%), Х<sub>АР</sub>–АР(мл/мин/100мл), Х<sub>РР</sub>–РР (мл/мин/100мл).

Полученная регрессионная модель является статистически значимой (p<0,001). В модели учтены 51,3% всех факторов, оказывающих влияние на риск развития ГЦК у обследуемых пациентов. Чувствительность модели составила 75,9%, специфичность 86,0%.

**Вывод.** К факторам, увеличивающим риск возникновения ГЦК, относились: старший возраст (AOR=1,140, p<0,001), наличие тромбоза воротной вены (AOR=9,262, p<0,001), АР (1,163, p=0,001). К факторам, снижающим риск развития ГЦК, относились: увеличение диаметра ствола воротной вены (AOR=0,751 p<0,001), увеличение РР (AOR=0,882, p=0,001) и НРІ (AOR=0,856, p<0,001).

## **Сравнение запланированной и доставленной терапевтической дозы на примере тотального облучения тела с использованием метода деформации изображений**

*А.Д. Бельшева, Д.А. Товмасын, А.А. Логинова, А.П. Черняев*

МГУ им. М.В. Ломоносова, НМИЦ ДГОИ им. Д. Рогачева Минздрава России, Москва  
Контактное лицо: [abelyshev@live.ru](mailto:abelyshev@live.ru), +7 (926) 228-11-15.

**Актуальность.** Тотальное облучение тела (ТОТ) – технически сложный и ресурсоемкий метод лечения, заключающийся в подведении дозы 12 Гр к мишени – всему телу пациента, за исключением органов риска: легких, почек и линз. С целью получения пациентом дозового распределения, близкого к запланированному, важно точное позиционирование пациента при лечении. Целью данной работы является оценка влияния позиционирования пациента на доставленную дозу при тотальном облучении тела на аппарате TomoTherapy.

**Цели исследования.** Для оценки доставленной дозы были использованы данные мегавольтной компьютерной томографии (МВКТ) 30 пациентов, проходящих процедуру ТОТ с использованием технологии Helical TomoTherapy (HT). Обработка данных проводилась с использованием предварительно разработанных рабочих потоков программного обеспечения MIM Maestro (MIM Software Inc., Cleveland, OH, USA). Данные МВКТ для каждой фракции были использованы для деформации первичного КТ, в результате чего были получены синтетические изображения, наиболее близкие к актуальной геометрии облучения, которые затем использовались при расчете доставленной дозы для каждой лечебной фракции. Контуры были перенесены на полученное синтетическое изображение и скорректированы под новую геометрию.

Перерасчет дозы был произведен с помощью MIM SureCalc MonteCarlo для каждого деформированного КТ. Фракционные дозы складывались для получения суммарного дозового распределения.

Полученное суммарное распределение дозы сравнивалось с запланированным путем анализа гистограмм доза-объем. Были проанализированы следующие точки гистограммы: D2, D98, Dmean.

**Результаты и методы.** Для легких было найдено, что отличие Dmean от запланированной равно 2,9%. При этом доза, покрывающая 98% ребер (D98), меньше запланированной на 3,0% [-4,1; -1,8]. Доза, покрывающая 98% объема мишени, была меньше по сравнению с запланированной: средняя разница 0,5% [-0,6; 1,6]. Доза в мишени, близкая к максимальной (D2), была больше по сравнению с запланированной: средняя разница 0,2% [-0,4; 0,8]. При этом средняя доза в мишени оказалась меньше запланированной всего на 0,1% [-0,1; 0,2].

**Вывод:** Оценка доставленной дозы для планов ТОТ на аппарате TomoTherapy показала приемлемое качество покрытия мишени при небольших изменениях доз в органах риска. Наибольшее влияние оказывалось на органы, находящиеся на высоком градиенте дозы и плотности.

## Радиационно-индуцированные реакции кожи у больных первичными кожными лимфомами

*Зелянина М. И. Виноградова Ю.Н., Заславский Д.В., Ильин Н.В.*

РНЦРХТ имени академика А. М. Гранова, Санкт-Петербург  
Контактное лицо: +7 (921) 900-75-05, [m.zelianina@rambler.ru](mailto:m.zelianina@rambler.ru).

**Актуальность.** Согласно данным официальной статистики, примерно у 95% пациентов, получающих лучевую терапию, развиваются радиационно-индуцированные кожные лучевые реакции (РИКР). Развитие РИКР имеет существенное значение в клинической практике не только из-за возникающего как следствие кожного дефекта болевого синдрома, но также являются препятствием для проведения лучевой терапии в полном объеме.

В настоящее время нет стандартизированных терапевтических алгоритмов по устранению РИКР или ведению пациентов с такой патологией, что определяет целесообразность изучения основных патоморфологических особенностей развития РИКР с последующей разработкой терапевтических и профилактических методик, снижающих степень тяжести РИКР и способствующих более быстрой эпителизации кожного дефекта после проведения лучевой терапии.

**Цель.** Пациентка Ж, 72 лет с диагнозом: Грибовидный микоз, поздняя стадия (T2b, N1a, M0, V0). На базе ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» МЗ РФ проведён курс тотального облучения кожи электронным излучением энергией 6 МэВ туловища и конечностей с экранированием лица, в режиме обычного фракционирования до СОД 30 Гр. Через две недели у пациентки в местах облучения на коже кистей, ступней, складок под молочными железами сформировались эритематозные пятна, пузыри, на месте которых сохранялись эрозии, покрытые серозными и геморрагическими корками. Клинические проявления соответствовали клиническому диагнозу: Лучевой дерматит II степени (по классификации СТСАЕ). Через несколько дней характер высыпаний изменился, на месте пузырей сформировались множественные эрозии, площадью около 3-5 см, сливающихся в единые очаги и занимающие целые анатомические области. Поверхность некоторых эрозий была покрыта плотно прилегающими корками жёлто-зелёного цвета, высыпания сопровождались мокнутием и специфическим запахом. Общее состояние ухудшилось, пациентка жаловалась на болевые ощущения в местах высыпаний, сонливость и утомляемость. Ввиду нарастающих симптомов радиационного дерматита, выявления признаков вторичной инфекции, было принято решение о прекращении курса лучевой терапии. В последующем, на фоне положительной динамики основного заболевания в виде регресса бляшек, кожные проявления лучевого дерматита приобрели торпидный характер. Несмотря на отсутствие признаков вторичной инфекции, на фоне сухой, гиперемированной кожи, сохранялись обширные эрозии с мокнутием и формированием корок желтого цвета. Высыпания сопровождались жжением и значительным зудом (4 балла по шкале зуда-5D), что соответствует лучевому дерматиту III степени (по СТСАЕ).

**Результаты.** После консультации дерматолога и десятидневной терапии наружными ингибиторами кальциневрина (такролимус), а также средствами, улучшающими регенерацию (аргинин и додецилгликоль), была достигнута реконвалесценция в течении кожного заболевания.

**Выводы.** Таким образом, учитывая значительное влияние РИКР на тактику лучевой терапии, снижение болевого синдрома и улучшение качества жизни пациентов, целесообразна разработка унифицированного терапевтического алгоритма по ведению больных с РИКР. Изучение патоморфологических и молекулярно-иммунологических особенностей РИКР позволит разработать новые терапевтические мишени для снижения риска развития их развития.

## Вариант паллиативной лучевой терапии в лечении метастатического поражения печени

*Семикоз Н.Г., Тараненко М.Л.*

Республиканский онкологический центр имени проф. Г.В. Бондаря, Донецк  
Контактное лицо: [semikoz@interdon.net](mailto:semikoz@interdon.net), +7 (918) 546-95-74

**Цель работы:** продолжительность жизни больных после установления диагноза метастатического поражения печени при отсутствии лечения составляет, как правило, не более 6 месяцев. Поэтому исследования, направленные на улучшение выживаемости этой группы пациентов, представляются весьма актуальными.

**Материал и методы:** В основу настоящего исследования были положены сведения о 121 больном с метастатическим поражением печени, при злокачественных опухолях различной локализации. В исследуемую группу включены 67 больных, паллиативное лечение которых включало 2-4 курса полихимиотерапии с последующей дистанционной лучевой терапией (через 3 недели) по разработанной нами программе с применением суперфракционирования дозы и использованием радиосенсибилизации.

Лучевую терапию метастазов в печени проводили по следующей методике: в режиме суперфракционирования дозы облучения с радиосенсибилизацией: 2 раза в день с РОД-1 Гр, через 4 часа до СОД-30-40 Гр.

Схема проведения лучевой терапии: утром с переднего поля печень облучалась в дозе- 0,1 Гр, затем – 3-х минутный перерыв и с того же поля - 0,9 Гр. С заднего поля – 1 Гр.

Через 4 часа облучалось заднее поле в дозе- 0,1 Гр, 3-х минутный перерыв и с того же поля - 0,9 Гр. С переднего поля – 1 Гр.

Через 2 месяца после окончания курса лучевой терапии проводилась оценка результатов лечения.

Контрольную группу составили 54 больных, которым проводилась системная полихимиотерапия

**Результаты исследований:** Средняя продолжительность жизни в исследуемой группе наблюдения составила  $1,37 + 0,17$  года. Одногодичная выживаемость составила  $34,5 + 4,27$  % , двухлетняя –  $14,7+7,3$  % и трехлетняя выживаемость –  $10,5+8,1$ %.

Средняя продолжительность жизни в контрольной группе наблюдения составила  $0,84 + 0,14$  года. Одногодичная выживаемость составила  $14,8 + 4,27$  % , двухлетняя –  $6,9+7,3$  % и трехлетняя выживаемость – 0%.

**Выводы:** лучевая терапия больных с метастазами в печень при опухолях различных локализаций по разработанной методике с применением суперфракционирования дозы излучения и радиосенсибилизацией, позволяет добиться повышения качества жизни и достоверного увеличения продолжительности жизни пациентов с данной патологией.

## **Возможности дистанционной лучевой терапии в лечении метастатического рака предстательной железы**

*Н.Г. Семикоз., О.А. Грабовский, Н.Г. Куква, Д.С. Рязанцева, М.Л. Тараненко*

Республиканский онкологический центр имени проф. Г. В. Бондаря, Донецк  
Контактное лицо: [semikoz@interdon.net](mailto:semikoz@interdon.net) +7 (918) 546-95-74

**Цель исследования:** разработать и внедрить в практику методику поэтажного облучения костей таза и предстательной железы при лечении метастатического рака предстательной железы (РПЖ).

**Материалы и методы:** в Донецком республиканском онкологическом центре имени профессора Г.В. Бондаря была разработана методика поэтажного облучения первичного очага и костных метастазов (патент №134818 от 10.06.2019.). На первом этапе в объем облучения включается предстательная железа, нижний этаж костей таза и верхняя треть бедренных костей РОД 3 Гр, СОД 30 Гр. При необходимости проводится параллельное облучение внетазовых костных метастазов. После трехнедельного перерыва на втором этапе проводится облучение верхнего этажа костей таза РОД 3 Гр, СОД 30 Гр и параллельно облучение предстательной железы до изоэффективных СОД 70-74 Гр классического фракционирования (за два этапа).

По данной методике была проведена конформная лучевая терапия 109 больным РПЖ с метастазами в кости таза. На этапе предлучевой подготовки выполнялись 3D-КТ топометрия, дозиметрическое планирование и симуляция на рентген-аппарате ACUTY. Лечение проводилось на линейных ускорителях VARIAN Clinac DBX600 и Clinac 2100 с использованием сочетания динамических клиньев, встроенных полей, ротационных методов.

Гормонотерапия проводится с учетом последних клинических рекомендаций Европейского общества медицинской онкологии (ESMO) по схеме максимальной андрогенной блокады: химическая кастрация (агонисты-антагонисты рилизинг-гормона гипофиза) + антиандрогены под контролем уровня простатического специфического антигена и тестостерона крови. При получении кастрационного уровня общего тестостерона крови показана отмена андрогенов с продолжением химической кастрации. В случае прогрессирования РПЖ, развитии гормонорезистентности необходимо рассмотреть назначение антиандрогенов нового поколения: абиратерона ацетат, энзалутамид.

**Результаты исследований:** по истечению трех недель после лучевой терапии болевой синдром полностью купировался у 24% пациентов, уменьшение болевого синдрома отметили 54% больных, в 22% случаев отмечена стабилизация. Двухлетняя выживаемость больных РПЖ с метастазами в кости таза получивших лечение по данной методике составляет 94%. В процессе лечения наблюдались лучевые реакции: энтероколит в 16% случаев, цистит в 11%. Лучевой эпидермит у пациентов получавших конформное облучение не отмечался. Все реакции имели обратимый характер и корректировались медикаментозной терапией.

**Выводы:** методика поэтажного облучения костей таза и предстательной железы с применением конформного облучения позволяет подвести более высокую дозу к объему облучения и избежать выраженных лучевых реакций со стороны критических органов и окружающих тканей, что значительно оптимизирует сроки пребывания больных в стационаре или на амбулаторном лечении. Терапия хорошо переносится и приводит в большинстве случаев к стойкому купированию болевого синдрома, что в свою очередь улучшает качество жизни больных.

## Современные методы исследования эритроцитов: сканирующая электронная микроскопия, иммунофлуоресценция, машинное распознавание.

*Мамаева С.Н., Кононова И.В., Николаева Н.А., Антонов С.Р., Алексеев В.А., Скрыбыкина А.А., Крылова Т.А., Гоголева Т.Е., Семенов О.А., Семенова М.Н., Тюкянова М.К., Васильев И.В., Максимов Г.В.*

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск.  
Контактное лицо: тел +7 (914) 297-73-72; e-mail: [sargylana\\_mamaeva@mail.ru](mailto:sargylana_mamaeva@mail.ru).

**Цель исследования:** Исследование морфологии эритроцитов, а также структуры и состава наночастиц на их поверхности, позволяющие получить новые знания о механизме формирования первичных процессов заболевания и влияния радиации при терапии

**Материал и методы:** образцы крови пациентов с раком шейки матки, проходивших лучевую терапию в Якутском республиканском онкологическом диспансере; методы исследования: электронная микроскопия, метод иммунофлуоресценции, машинное распознавание

**Результаты и методы:** Были определены характерные отличия форм и размеров эритроцитов у пациентов с РШМ морфологии эритроцитов во время лучевой терапии с использованием сканирующей электронной микроскопии; Впервые были получены изображения эритроцитов с использованием FITC-меченых антител против ВПЧ 16 и 18 с помощью инвертированной флуоресцентной микроскопии; методом машинного обучения с применением языка программирования Python с использованием библиотек OpenCV, pytesseract, numpy, matplotlib и Skimage, pandas получена программа, позволяющая обрабатывать СЭМ-изображения эритроцитов с увеличением 500 и 1000 раз, распознавать элементарные формы эритроцитов в изображениях СЭМ, сегментировать исследуемые объекты, вычислять их количество, диаметры, площади, были определены диапазоны значений расхождения морфологических параметров эритроцитов пациентов с РШМ от параметров контрольной группы.

**Выводы:** с помощью современных методов исследования (электронная микроскопия, метод иммунофлуоресценции, машинное распознавание), доказано, что на поверхности эритроцитов, пациентов с раком шейки матки выявлены частицы, различной природы, морфологии и состава. Полученные данные расширяют возможности формирования технологий диагностики и терапии лечения онкологических заболеваний.

## Разработка новых радиофармацевтических лекарственных препаратов на основе аптамеров

*Белугин К.В., Озерская А.В., Токарев Н.А., Чанчикова Н.Г.*

ФГБУ ФСНКЦ ФМБА России, Красноярск.

*Контактное лицо: +7 (913) 831-49-69.*

**Цель исследования:** создание фармацевтической субстанции для синтеза РФЛП на основе ДНК-аптамеров, высокоаффинных к асцитным клеткам карциномы Эрлиха.

**Материалы и методы:** разработка новых радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) является сегодня достаточно перспективным направлением ядерной медицины и онкологии.

Одним из перспективных направлений в указанной области является применение такого класса веществ как аптамеры в качестве молекулы-носителя.

Аптамеры – одноцепочечные ДНК- или РНК- олигонуклеотиды, которые благодаря своей уникальной пространственной конформации имеют высокую специфичность и сродство к заданным мишеням.

На сегодняшний день не существует универсальной технологии синтеза РФЛП на основе аптамеров, поэтому целью работы являлось создание фармацевтической субстанции для синтеза РФЛП на основе ДНК-аптамеров, высокоаффинных к асцитным клеткам карциномы Эрлиха. В качестве радиоактивной метки был выбран ультракороткоживущий радионуклид -  $^{11}\text{C}$  ( $T_{1/2} = 20,38$  минут), применяемый для синтеза РФЛП для проведения позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).

**Результаты:** синтез включал в себя стадию введения метки  $^{11}\text{C}$  в молекулу – ДНК-олигонуклеотида. В результате был получен комплекс 3'- $^{11}\text{C}$ -праймер-аптамер AS-14.

Модели опухолей были сформированы путем инокуляции 1 миллиона клеток карциномы Эрлиха в бедренную мышцу мышей, метастазы образовывались при внутривенном введении 0,3 миллиона клеток карциномы Эрлиха в хвостовую вену мышей.

Полученный комплекс 3'- $^{11}\text{C}$ -праймер-аптамер AS-14 вводился мышам ICR с привитой карциномой Эрлиха. Визуализация накопления комплекса проводилась на ПЭТ/КТ – томографе.

**Выводы:** На полученных ПЭТ/КТ - изображениях были видны области накопления комплекса 3'- $^{11}\text{C}$ -праймер-аптамер AS-14 в печени, легких, тимусе и кишечнике животного, которые соответствуют опухолевым очагам, кроме этого, наличие опухолей у мыши подтверждалось гистологическими исследованиями.

## **Изучение возможностей ультразвуковых методов исследования для выявления тромбоза глубоких вен у онкологических больных в амбулаторных условиях**

*Розыходжаева Г.А., Жураев З. А.*

Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников,  
Ташкент.

Контактное лицо.: [gulnoradm@inbox.ru](mailto:gulnoradm@inbox.ru), +7 (999) 802-40-32.

**Цель исследования:** Изучить возможности выявления тромбоза глубоких вен у онкологических больных при амбулаторном ультразвуковом обследовании.

**Материалы и методы:** Для оценки глубоких вен голени с помощью УЗИ нам понадобится аппарат УЗД, линейный датчик с частотой 5-7,5 МГц, конвексный датчик с частотой 3-5 МГц для пациентов с избыточным весом или отеками. Оценивается качество компрессии исследуемых вен у пациента, лежащего на спине. Невозможность компрессии вен, полное или частичное сохранение полости при компрессии требует исключения тромбоза в этой области и направления на дальнейшее обследование.

**Результаты:** По данным литературы частота тромбозов в общей популяции составляет 0,1%, у онкологических больных этот показатель выше и составляет 0,5%. В результате риск тромбоэмболии легких у больных со злокачественными новообразованиями увеличивается в 5-7 раз. В среднем от 4 до 20% онкологических больных имеют ту или иную степень венозной тромбоэмболии. Учитывая, что коронавирус поражает сосудистую стенку во время пандемии, эта цифра, вероятно, еще больше увеличится.

Известно, что для образования тромба одновременно должны возникнуть все элементы триады Вирхова. К ним относятся застой крови, нарушение целостности эндотелия сосудов и повышенная свертываемость крови. Злокачественные опухоли и сдавление увеличенными лимфатическими узлами, когда пациент больше прикован к постели, приводят к венозному стазу, в то время как раковые клетки способны активировать каскад тромбообразования и протромботические свойства клеток пациента, вызывая гиперкоагуляцию. У таких пациентов тромб образуется при повреждении эндотелиального слоя сосудов.

**Выводы:** Учитывая, что COVID 19 повреждает эндотелий, можно предполагать увеличение количества случаев тромбоза у пациентов со злокачественными опухолями в условиях текущей пандемии. Самым опасным осложнением тромбоза, конечно же, является тромбоэмболия легких, нередко заканчивающаяся летальным исходом. Известно, что ультразвуковое обследование наиболее удобно при амбулаторном обследовании, оно дешево и легко выполнимо, безопасно, занимает мало времени, все медицинские учреждения имеют соответствующее ультразвуковое оборудование. В рамках планируемого исследования мы хотим изучить частоту тромбоза глубоких вен у онкологических пациентов в амбулаторных условиях, в учреждениях первичной медико-санитарной помощи в период пандемии COVID-19.

## Вопросы обращения с жидкими радиоактивными отходами в медицинских организациях

*Чипига Л.А., Водоватов А.В., Петрякова А.В., Анокина Е.Е., Величкина К.С., Дубровин С.А., Рыжов С.А.*

НИИРГ им П.В. Рамзаева, Санкт-Петербург.

Контактное лицо: +7 (950) 012-96-63, [larisa.chipiga@gmail.com](mailto:larisa.chipiga@gmail.com).

**Актуальность.** В связи с развитием радионуклидной терапии, появлением новых для отечественной практики радиофармпрепаратов, радионуклидов и методов лечения, которые позволяют проводить радионуклидную терапию в режиме дневного стационара, актуальным вопросом с точки зрения радиационной безопасности является обращение с радиоактивными отходами. Согласно действующему отечественному нормативно-методическому обеспечению, биологические отходы, образовавшиеся в процессе жизнедеятельности пациента после введения ему радиофармпрепарата с целью терапии относятся к радиоактивным отходам. Такие отходы необходимо собирать и выдерживать на распад в медицинских организациях до безопасных уровней до сброса их в хозяйственно-бытовую канализацию, что требует дополнительных затрат от медицинской организации на организацию спецканализации. Целью данной работы была оценка объемной активности радионуклидов в отходах, образующихся при проведении радионуклидной терапии с разными радиофармпрепаратами.

**Материалы и методы.** В работе на основании опубликованных данных было изучено выведение следующих радиофармпрепаратов, применяемых в терапии:  $^{89}\text{Sr}$ -дихлорид,  $^{223}\text{Ra}$ -дихлорид,  $^{131}\text{I}$ -МИБГ,  $^{177}\text{Lu}$ -ПСМА,  $^{225}\text{Ac}$ -ПСМА, а также некоторых диагностических радиофармпрепаратов  $^{18}\text{F}$ -ФДГ,  $^{68}\text{Ga}$ -ПСМА,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирофосфат,  $^{123}\text{I}$ -МИБГ, с целью определения уровней активностей радионуклидов в отходах пациентов.

**Результаты.** По результатам предварительных расчетов сбросов радионуклидов в систему водоотведения отделения радионуклидной терапии с экскрементами пациентов, а также необходимого объема жидкости для разбавления этих отходов до уровня ниже отнесения их к жидким радиоактивным отходам было определено, что система водоотведения отдельного отделения не позволит снизить объемную активность радионуклидов в канализации до безопасных уровней при введении пациенту терапевтических радиофармпрепаратов  $^{131}\text{I}$ -МИБГ,  $^{177}\text{Lu}$ -ПСМА,  $^{225}\text{Ac}$ -ПСМА. Также было получено, что при работе с некоторыми диагностическими радиофармпрепаратами, например, при потоке из 5 и более пациентов в день с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, снижение объемной активности в канализации отделения не происходит до безопасных уровней, однако, за счет короткого периода полураспада этого радионуклида считается возможным применение его без спецканализации. Для остальных рассмотренных в работе терапевтических радиофармпрепаратов необходимо проведение дополнительного исследования с получением экспериментальных данных об уровнях активностей радионуклидов в отходах пациентов.

**Вывод.** Для повышения доступности радионуклидной терапии необходимо обоснование дифференцированных подходов к утилизации жидких радиоактивных отходов путем разработки и моделирования сценариев сброса таких отходов в канализацию, а также подтверждения расчетов экспериментальными данными об уровнях активностей радионуклидов в отходах пациентов.

## **Особенности маммологического скрининга и динамического наблюдения женщин после реконструктивных и пластических операций на молочной железе с использованием имплантатов**

*Шерстнева Т.В., Ходорович О.С., Клешина В.О., Канахина Л.Б.*

ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России, Москва.

Контактное лицо: [Sherstneva.id@me.com](mailto:Sherstneva.id@me.com) +7 (925) 502-37-50

**Актуальность.** Высокие показатели заболеваемости РМЖ и популярность маммопластики с использованием имплантатов поставили новую задачу в массовом скрининге злокачественных заболеваний молочной железы. Однако обследование женщин после аугментационной маммопластики с применением имплантов имеет свои особенности и трудности. Цель исследования. Прогнозировать и эффективно выявлять ранние и поздние осложнения, диагностировать ранние признаки злокачественной опухоли (рецидива РМЖ).

**Цели исследования.** По данным литературного обзора и на клиническом примере продемонстрировать алгоритм скрининга после аугментационной и реконструктивно-пластической маммопластики.

**Результаты и методы** При сравнении эффективности обследования женщин после эндопротезирования силиконовыми имплантатами рентгеновской маммографии (РМГ), ультразвукового исследования (УЗИ) и магнито-резонансной томографии (МРТ) в выявлении РМЖ: высокие показатели были отмечены у МРТ, чувствительность и специфичности которого составила 85,7 % и 98,2 с точностью до 98,1%. При этом чувствительность и специфичности РМГ исследования составила 28,6 % и 66,1, а точность до 65,7%. Чувствительность, специфичность и точность УЗИ составила 71,4%, 85,7% и 85,6% соответственно. Использование МРТ в выявлении осложнений после аугментационной маммопластики также показало высокие значения специфичности (95%) и чувствительности (81%). Важно отметить диагностическую эффективность в выявлении рецидива РМЖ после реконструктивно-пластической операции: чувствительность и специфичность МРТ составила 92,3% и 97% с точностью 96%. При этом чувствительность и специфичность РМГ исследования составила 86,7% и 84%, а точность до 85,7%. Чувствительность, специфичность и точность УЗИ составила 91,1%, 96% и 94,3% соответственно.

**Выводы:** На основании литературного обзора, клинических случаев ФГБУ РНЦРР выработан алгоритм скрининга после аугментационной и реконструктивно-пластической маммопластики. После клинического осмотра, на первом этапе инструментальной диагностики рекомендовано выполнение УЗИ молочных желез. При отсутствии признаков РМЖ/рецидива-динамическое наблюдение. При подозрении на РМЖ у пациенток старше 40 лет и при достаточным объемом ткани рекомендовано выполнение РМГ с последующей стереотаксической пункционной биопсией. У пациенток с недостаточным объемом тканей показано выполнение МРТ. После комплексного лечения РМЖ динамическое наблюдение с использованием УЗИ и МРТ.

## **Возможности компрессионной эластографии в стадировании очаговых образований молочных желез по системе BI-RADS**

*Быкова С.В., Семенова Л.Ю., Потапова Т.Г.*

РКОД, Чебоксары.

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

**Актуальность.** оценить возможности компрессионной эластографии очаговых образований молочных желез для улучшения качества стадирования по международной стандартизированной системе BI-RADS

**Цель.** Ультразвуковые исследования проводились на современных сканерах экспертного класса, Arietta V70 и LOGIQ S8, с применением мультисекторных линейных датчиков 5-15 МГц. Для качественного анализа очаговых образований использовалась шкала эластичности университета Цукубы (Tsukuba Elasticity Score – TES), для количественного анализа эластограмм использовался режим измерения жесткостей Strain Ratio. Проводилось сопоставление серошкальной и эластографической картины.

**Результаты.** Ультразвуковое исследование проведено 328 пациентам в возрасте от 18 до 82 лет с очаговыми образованиями молочных желез.

Категория 2 по системе BI-RADS была выставлена 182 пациентам (55,5%). Эти очаговые образования относятся к доброкачественным. По системе TES они соответствовали 1, или 2 эластотипу, SR менее 2,8.

3-я категория была обнаружена у 46 пациенток (14%) - вероятно доброкачественный процесс с риском малигнизации менее 2%. При качественной оценке эластографии им соответствовал 2, или 3 тип эластограмм, SR от 2,8 до 4,5.

Очаговые образования молочных желез, относящиеся к 4 категории по системе BI-RADS, были выявлены у 8 пациенток (2,4%). По системе TES определялся 4, или 5 эластотип, SR от 2,8 до 4,5. Это пациентки с высоким риском злокачественности.

У 4 пациенток (1,2%) очаговые образования были отнесены к 5 категории. При качественной эластографии определялся 5 эластотип, SR > 4,5. Вероятность злокачественного образования 60-100%.

У 88 пациенток (26,9%) была выставлена 0 и 1 категория по системе BI-RADS, не требующая проведения компрессионной эластографии.

**Выводы.** Проведение компрессионной эластографии очаговых образований молочных желез улучшает стадирование выявленной очаговой патологии по международной системе BI-RADS. Полученные данные помогают оптимизировать поток пациентов, направляемых на биопсию очаговых образований, и выявлять рак молочной железы на ранних стадиях.

## Особенности чрескожной пункционной криоабляции при опухолевом поражении грудины

*Буровик И.А., Прохоров Г.Г.*

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург.  
*Контактное лицо: burovick\_ilya@mail.ru +7 (921) 961-50-02*

**Цель работы:** Скелет является одной из основных мишеней метастазирования, располагаясь на третьем месте после легких и печени. Миниинвазивные хирургические вмешательства и, в частности, пункционная чрескожная криоабляция (ЧКА) представляются перспективными методами лечения больных с данной патологией. Одной из сложных локализаций для подобных интервенционных процедур является грудьна, что обусловлено высоким риском повреждения структур средостения и легких.

Целью работы явилось уточнение пункционных чрескожных стереотаксических доступов при проведении миниинвазивной криоабляции под контролем КТ при метастатическом поражении грудины.

**Материал и методы:** В ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России процедура криоабляции была выполнена 9 пациентам с метастатическим поражением грудины. Возраст пациентов составил от 41 до 72 лет. Метастазы варьировали от 7 мм до 56 мм в наибольшем измерении. ЧКА проводили в условиях КТ-операционной, использовали криозонды диаметром от 1,5 до 3,0 мм. Установку криозондов выполняли методом «свободной руки» или с применением роботизированной навигационной приставки к компьютерному томографу. Процедура ЧКА включала два цикла охлаждения до температуры  $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$  с экспозицией 10 и 6 минут соответственно. Между циклами и после окончания криовоздействия применяли пассивное оттаивание опухоли.

**Результаты исследований:** Несмотря на индивидуальную анатомическую изменчивость, при всех процедурах удалось достичь цели вмешательства и избежать осложнений. По результатам проведенных вмешательств были предложены оптимальные пункционные доступы в зависимости от объема опухолевого поражения грудины – фронтальный и латеральный. Фронтальный доступ в основном обоснован при небольших очагах деструкции, что позволяет использовать криозонды меньшего диаметра. При его реализации средняя часть криокамеры располагается внутрикостно, а крайние участки – в подкожной клетчатке и интраторакально. Латеральный доступ предпочтителен при значительных по объему очагах поражения. При таком подходе, криокамера большей частью локализуется интраоссально, что позволяет использовать криозонды большего диаметра, и, как правило, отмечается соответствие формы очага опухолевой деструкции ледяному эллипсу. Подобный подход позволяет избежать термического повреждения кожи и структур средостения.

**Заключение:** При чрескожной криоабляции опухолевых поражений грудины оптимальными вариантами для введения криозондов являются фронтальный и латеральный пункционные доступы.

Фронтальный доступ предпочтителен при небольших шаровидных метастазах, латеральный – при крупных формах опухолевого поражения.

## Протонная терапия - новый стандарт лучевой терапии рака предстательной железы

*Слобина Е.Л., Удалов Ю.Д., Данилова Л.А., Киселев В.А., Демидова А.М.*

ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, Димитровград.

Контактное лицо: тел +7 (925) 754-70-64, e-mail: slobina@fvcmrmail.ru

**Цель исследования:** Продемонстрировать возможности клинического применения современных методик протонной терапии (технологий IMPT, SIB) в лечении рака предстательной железы.

**Материал и методы:** Результатом создания первой очереди базы данных пациентов, получавших протонную терапию (ПТ) в системе ФМБА России, в течение первого полугодия 2021 года явилось формирование клинико-анамнестических данных о 622 пациентах, получавших ПТ с сентября 2019 года в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, физических характеристик ПТ и факторов фракционирования дозы с дифференцировкой по непосредственным результатам и конечному исходу специального противоопухолевого лечения. Анализ статистических данных, разделенных по половому признаку, показал, что 67% составляли мужчины, из которых преобладающее число больных (63,1%) составили больные в возрасте 60–70 лет и старше с медианой возраста 64 года. В 51,4% случаях наблюдались II и III стадии рака предстательной железы. У всех больных диагноз подтвержден гистологически. По поводу рака предстательной железы 83,2% пациентов получили ПТ по методике IMPT, 16,8% пациентов получали лечение по методике IMPT с интегрированным бустом (SIB). Наиболее часто применялся режим гипофракционирования дозы (65,5%), классическое фракционирование дозы применялось в 34,5% случаев. Протонная терапия с применением технологий IMPT, SIB после успешной верификации лечебных планов по программе гарантии качества, принятой в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, выполнялась с использованием системы планирования ХЮ на системе ПТ ProteusPlus 235. Также выборочно было выполнено предварительное планирование сеансов фотонной 3D конформной лучевой терапии рака предстательной железы с оптимизацией дозы (IMRT) с использованием системы планирования Eclipse (ARIA).

FIGO\_soavtor1\_3: При сравнении результатов предварительного планирования IMRT и IMPT общее время лечения сократилось с 10 – 15 мин. при IMRT до 3 – 5 мин. при IMPT. Количество лечебных мониторинговых единиц уменьшилось в среднем в 2,4 раза при использовании IMPT, при этом покрытие планируемого лечебного объема (PTV) 98% лечебной изодозой значимо не различалось и составляло 97,6% (IMRT) и 98% (IMPT) при существенном снижении лучевой нагрузки на дозо-лимитирующие органы при ПТ по результатам анализа полученных гистограмм доза-объем. Общее время лечения при использовании режимов гипофракционирования дозы сократилось до 2–4 нед. по сравнению с 8 нед. при лечении рака предстательной железы в режиме классического фракционирования дозы. Ранние и поздние эффекты лучевой терапии оценивались по шкале RTOG и были минимальны.

**Результаты и методы:** При сравнении результатов предварительного планирования IMRT и IMPT общее время лечения сократилось с 10 – 15 мин. при IMRT до 3 – 5 мин. при IMPT. Количество лечебных мониторинговых единиц уменьшилось в среднем в 2,4 раза при использовании IMPT, при этом покрытие планируемого лечебного объема (PTV) 98% лечебной изодозой значимо не различалось и составляло 97,6% (IMRT) и 98% (IMPT) при существенном снижении лучевой нагрузки на дозо-лимитирующие органы при ПТ по результатам анализа полученных гистограмм доза-объем. Общее время лечения при использовании режимов гипофракционирования дозы сократилось до 2–4 нед. по сравнению с 8 нед. при лечении рака предстательной железы в режиме классического

фракционирования дозы. Ранние и поздние эффекты лучевой терапии оценивались по шкале RTOG и были минимальны.

**Заключение** Результатом применения современных технологий ПТ (IMPT, SIB) явилось оптимальное дозное распределение в индивидуальном планируемом лечебном объеме, а при применении IMPT по сравнению с IMRT достигнут более низкий уровень доз в дозо-лимитирующих органах, измеренный по гистограммам доза-объем, уменьшено количество лечебных мониторинговых единиц, сокращено время сеанса ПТ и общее время лечения. Использование ПТ по технологии IMPT, SIB открывает новые возможности в лечении онкологических заболеваний, включая лечение рака предстательной железы, так как за счет выше описанных свойств существенно сокращается время нахождения пациента на лечебном аппарате, снижается вероятность риска развития радиоиндуцированных вторичных опухолей, существенно уменьшается количество койко-дней в стационаре, что особенно важно в современных условиях, сопряженных с COVID-19.

### **Исследование точности оценки фракции жира с использованием последовательности DIXON**

*Панина О.Ю., Громов А. И., Ахмад Е.С., Семенов Д.С., Сергунова К. А., Петрайкин А. В.*

НПКЦ ДиТ, Москва

Контактное лицо: [olgayurpanina@gmail.com](mailto:olgayurpanina@gmail.com) ; +7 (926) 621-01-79

**Цель исследования:** Целью данной работы стала оценка точности работы двухточечной и трехточечной Dixon технологий посредством фантомного моделирования фракции жира.

**Материалы и методы:** Для моделирования веществ с разной концентрацией жировой фазы были выбраны прямые эмульсии типа «масло в воде». Пробирки с готовыми эмульсиями помещались в цилиндрический фантом. Сканирование выполнялось на МРТ томографе Optima MR450w (GE, США) при двух режимах Диксон: ускоренный двухточечный метод «Lava Flex» и трехточечный метод «IDEAL». Было выполнено сканирование на РЧ-катушке GEM Flex LG Full. Фракция жира (FF) рассчитывалась с использованием двух формул. Была проведена оценка линейности результатов работы «Lava Flex» и «IDEAL» в зависимости от заданной концентрации жировой фракции.

**Результаты и методы:** При сравнении расчета фракции жира с использованием различных формул наблюдается сходная тенденция при концентрации жира до 30%, однако формула 1 (построенная на соотношении интенсивности сигнала изображения In и Out) дает следующий расчет: наблюдается снижение расчетных значений вместо повышения. При этом расчеты, выполненные по формуле 2 позволяют увидеть практически линейную зависимость расчетных значений концентрации жира от заданных, при наличии небольшой нелинейности в диапазоне  $f = 30-40\%$ . Обращает внимание смещение измеренного значения FF в сторону его завышения при использовании формулы 2 во всем диапазоне, а при формуле 1 в диапазоне от 0 до 30%.

При сканировании фантома в режиме «IDEAL» кривая интенсивности сигнала на изображении Out имеет похожий вид на такую же кривую при сканировании в режиме «Lava-Flex», однако наименьшие значения приходятся на концентрацию жира 50%, а не 30%. Кривая значений интенсивности сигнала на изображениях IN имеет сложную конфигурацию с искривлением в диапазоне 30-50%. При использовании формулы 2 отмечается практически полное соответствие расчетной и истинной концентрации жира в пределах всего диапазона, и в диапазоне 0 – 50% при использовании формулы 1.

**Выводы:** Выявленные изменения при количественной оценке жировой фракции показали, что имеет место расхождение в работе режимов «Lava-Flex» и «IDEAL». Фантомное

моделирование с использованием прямых эмульсий позволило определить смещение измеряемой фракции жира при концентрации больше 50%. Фантомное моделирование позволяет контролировать воспроизводимость измерений на разных томографах, валидировать полученные результаты, обеспечивая контроль качества независимо от производителя и модели.

### **Анализ структурных изменений легочной ткани как этап математического моделирования рака легкого у лиц группы риска**

*Мелдо А.А., Макаров В.А., Шугинова Т.Н., Буровик И.А., Прохоров И.Ю.*

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. ГБУЗ «СПб КНпЦСВМП(о)», НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, Новгород.  
Контактное лицо: [anna.meldo@yandex.ru](mailto:anna.meldo@yandex.ru), +7 (904) 644-17-02.

**Цель исследования:** оценить структурные изменения легочной ткани у пациентов с раком легкого (РЛ) и сопутствующей хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) в качестве этапа создания цифровой модели роста опухоли у лиц группы риска.

**Материалы и методы:** Обследован 41 пациент с РЛ, из них 13 женщин и 28 мужчин в возрасте от 39 до 83 лет. Всем пациентам выполнялась компьютерная томография (КТ) грудной клетки с обработкой и разметкой изображений вручную. Оценивались следующие показатели: наличие и вид эмфиземы, утолщение стенок бронхов, наличие участков пневмофиброза и клапанного вздутия. КТ выполнялась толщиной слоя 5мм с реконструкцией по 2мм. Разметка патологии осуществлялась с помощью программы 3D-slicer. Наличие структурных изменений сравнивалось с показателями функциональных проб (ФВД).

**Результаты:** У обследованных пациентов при КТ были выявлены следующие виды структурных изменений: эмфизема – 13, участки пневмофиброза – 9, зоны клапанного вздутия – 16, утолщение стенок бронхов – 18. КТ картину, соответствующую норме в отношении структурных изменений, имели 11 пациентов (27%).

В общей группе у 27 пациентов были выявлены функциональные изменения, соответствующие ХОБЛ 1 и 2 стадии, у 14 больных показатели ФВД соответствовали норме (34%). При этом из них у 3 человек (21%) КТ соответствовала норме, у 79% имелись структурные изменения: участки эмфиземы отмечены у 3, утолщение стенок бронхов у 7, зоны клапанного вздутия у 5, участки пневмофиброза у 1.

**Выводы:** Наличие структурных изменений легочной ткани при отсутствии функциональных признаков может свидетельствовать о более ранней детекции изменений, характерных для ХОБЛ, при КТ по сравнению с данными ФВД, поэтому данные КТ могут быть основой для автоматизированной диагностики ХОБЛ как предрасполагающего фактора развития РЛ. Выявление закономерностей развития РЛ является важным звеном для математического моделирования роста опухоли у пациентов группы риска. Включение данных о сопутствующих изменениях легочной ткани наряду с анализом самой опухоли будет способствовать улучшению качества интеллектуальных автоматизированных диагностических и прогностических алгоритмов рака легкого.

## **Оценка влияния технических параметров на качество планов стереотаксической радиохирургии опухолей головного мозга на основе дозиметрических критериев**

*Сагов И.Р., Сутыгина Я.Н., Сухих Е.С.*

Томский Областной Онкологический Диспансер, Томск.

Контактное лицо: [sagov-islam@rambler.ru](mailto:sagov-islam@rambler.ru) +7 (924) 170-62-35

**Цель исследования:** Целью данной работы является исследование влияния технических характеристик системы планирования лучевой терапии на качество планов стереотаксической радиохирургии (Stereotactic radiosurgery – SRS) опухолей головного мозга (ГМ) на основе дозиметрических критериев.

**Материалы и методы:** Исследования проводились в Томском областном онкологическом диспансере на линейном ускорителе Elekta Synergy. Для исследования взяты 2 случая стереотаксического облучения опухолей ГМ в режиме гипофракционирования с разовой дозой 24 Гр. Дозиметрические планы SRS опухолей ГМ рассчитаны на базе системы планирования MONACO v 5.11 (Elekta AB) с применением объемной модуляции по интенсивности VMAT фотонных пучков с энергией 6 МВ.

Для исследования было создано несколько терапевтических планов с разными параметрами. При дозиметрическом планировании изменяли следующие параметры: угол мультилепесткового коллиматора; угол ротации гентри; угол терапевтического стола; количество арок и полуарок; длина арки облучения; ширина сегмента; инкремент.

Для каждого случая проводилась оценка индекса конформности (Conformal index – CI) и индекса гомогенности (Homogeneity index – HI) дозового распределения для покрытия мишени. Для оценки градиента дозы от периферии мишени до нормальных тканей проведена оценка индекса градиента дозы (Dose gradient index – DGI).

Для всех планов лечения сгенерированы планы гарантии качества с сохранением геометрии и мониторных единиц каждого пучка.

**Результаты:** Станция планирования MONACO оптимизирует дозиметрический план VMAT, используя приращение инкремента. Мы заметили, что различные значения инкремента обеспечивали хорошее покрытие мишени и приемлемые планы. При малых значениях инкремента максимальная доза в опухоли увеличилась из-за более сильной модуляции по сравнению с другими планами. При высоких значениях увеличивается однородность покрытия мишени, но также увеличивается доза для органов риска. Также более сильная модуляция увеличивает количество мониторных единиц (Monitor units - MU) на 20-30%.

Увеличение ширины сегмента позволяет повысить точность выполнения плана и эффективность без существенного влияния на качество плана VMAT. Как правило, дозиметрические планы SRS опухолей ГМ, которые создаются с меньшей шириной сегмента, не только увеличивают целевой охват и конформный индекс, но также приводят к большему количеству контрольных точек и MU. Наши данные показали, что планы VMAT с шириной сегмента 1,0 см демонстрируют явное преимущество с точки зрения компромисса между качеством плана и доставкой.

**Выводы:** При дозиметрическом планировании необходимо тщательно подбирать технические параметры, использование жестких значений инкремента, ширины сегмента, увеличение количества арок могут создавать планы более низкого качества и увеличивать время лечения.

## Дозиметрическая оценка влияния интрафракционного движения в протонной терапии сканирующим пучком с помощью динамического фантома

*Белихин М.А., Черняев А.П., Пряничников А.А., Шемяков А.Е.*

Физико-технический центр Физического института имени П.Н. Лебедева Российской Академии Наук, Протвино

Контактное лицо: [mikhailbelikhin@yandex.ru](mailto:mikhailbelikhin@yandex.ru) +7 (919) 103-85-12.

**Цель исследования.** Экспериментальная дозиметрическая оценка влияния интрафракционного движения на трехмерное дозовое распределение, формируемое в движущейся тканезквивалентной мишени динамического фантома при облучении сканирующим пучком протонов

**Материалы и методы** Оценка влияния интрафракционного движения на дозовое распределение производится на основе качественного анализа формы и структуры дозового поля и количественного анализа величин средней дозы и однородности дозы в пределах условного целевого объема при его движении с заданными параметрами относительно фиксированной области РТВ. Моделирование подвижного целевого объема производится с помощью неантропоморфного динамического водного фантома. Фантом представляет собой емкость с водой размером 20х20х20 см<sup>3</sup> с помещенной в нее тканезквивалентной мишенью размером 10х10х10 см<sup>3</sup>, позиционирование и движение которой осуществляется по одной координате с шагом 0,01 мм и высокой повторяемостью. Модель движения мишени построена на основе ритма дыхания человека, состоящего из фаз вдоха, выдоха и паузы дыхания. Мишени фантома совместимы со стандартным дозиметрическим оборудованием: ионизационными камерами и дозиметрическими пленками. Облучение мишени фантома производится терапевтическим сканирующим пучком, полученным с помощью протонного синхротрона. Расчет планов облучения выполняется методом Монте-Карло на основе результатов конусно-лучевой томографии рабочей области фантома. По рассчитанным планам фантом многократно облучается при различных параметрах движения мишени. Доза в мишени фиксируется с помощью дозиметрических пленок, расположенных в поперечном и продольном направлениях относительно ракурса подвода пучка. По полученным пленкам осуществляется построение срезов дозовых распределений в мишени, по которым рассчитываются величины средней дозы и однородности дозы в пределах области интереса

**Результаты.** В ходе работы были исследованы дозовые распределения, получаемые при движении с амплитудами 2, 5, 10 и 20 мм при различных временных параметрах движения и различных ракурсах подвода пучка к мишени. Во всех случаях наблюдается появление областей передозировки и недостаточной дозировки, искажения формы дозового поля и снижение однородности дозы в области интереса вплоть до 75%

**Вывод:** Наблюдаемые эффекты приведут к снижению эффективности протонной терапии сканирующим пучком. Простое расширение области РТВ с учетом амплитуды движения не может компенсировать влияние интрафракционного движения, поэтому применение таких методов компенсации движения как многократное сканирование, гейтинг, трекинг и их комбинаций является обязательным при лечении подвижных опухолей

## Магнитно-резонансная томография для трансартериальной химиоэмболизации опухолей малого таза: ключевые параметры

*Звездкина Е.А., Кедрова А.Г., Лебедев Д.П., Астахов Д.А., Панченков Д.Н., Степанова Ю. А.*

Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА,  
Москва.

Контактное лицо: +7 (916) 338-73-54, [zvezdkina@yandex.ru](mailto:zvezdkina@yandex.ru)

**Актуальность.** По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) малого таза выделить ключевые диагностические параметры, которые важны в планировании и оценке лечения местнораспространенных раков тела и шейки матки, используя трансартериальную химиоэмболизацию (ТАХЭ).

**Материалы и методы:** 37 случаев первичного (1 группа), 14 случаев рецидивного местнораспространенного рака шейки и тела матки (2 группа), осложненных опухолевым кровотечением, пролеченных с использованием ТАХЭ в комплексном протоколе. Выполнялись исследование биопсийного материала, МРТ малого таза, УЗИ брюшной полости, компьютерная томография для оценки поражений легких, определялись маркеры СА-125, SCC, СА19–9.

**Результаты:** На первом этапе всем пациенткам выполнялась ТАХЭ для остановки кровотечения и лекарственного циторедуктивного эффекта на опухоль, с возможностью дальнейшего комплексного лечения. Во всех случаях удалось достичь хорошего контроля над кровотечением к концу 1-х суток. Оценка самой опухоли проводилась согласно критериям TNM, FIGO. По данным МРТ размеры опухоли уменьшались на 1,5–3,0 см, (что составляло 15-40% от первоначальных размеров), в то время как параметральная инфильтрация сокращалась по площади на 70-80%. Больше всего редукции подвергалась инфильтрация параметральной клетчатки (в том числе переднего параметрия), в меньшей степени – инфильтрация тазовой брюшины, стенки мочевого пузыря, прямой и сигмовидной кишки. Максимальный эффект в отношении самой опухоли достигался к 12–21-му дню. ТАХЭ позволила 25 пациенткам 1 группы и 3 пациенткам 2 группы выполнить радикальную операцию. При этом 5 женщинам 1 группы выполнялась пластика мочевого пузыря, 3 женщинам – резекция прямой/сигмовидной кишки. Указанные технические особенности были спрогнозированы на дооперационном этапе по степени инфильтрации параметрия, протяженности опухоли по передней или задней стенке цервикального канала. Окончательная стадия заболевания в 1 группе среди прооперированных женщин устанавливалась после патолого-анатомического исследования операционного материала и составляла IIВ максимально; во всех случаях отмечались некротические изменения в структуре опухоли, I степень лекарственного патоморфоза.

**Выводы:** Появление ТАХЭ расширило возможности онкологов в лечении местнораспространенного рака тела и шейки матки, однако потребовало изменения диагностических подходов в МРТ. Помимо размеров, такие критерии, как прилегание опухоли к передней\задней стенке цервикального канала, выраженность параметральной инфильтрации важны для планирования ТАХЭ и хирургического этапа, однако не входят в диагностические системы стадирования TNM, FIGO.

## Лучевая диагностика осложнений трансартериальной химиоэмболизации при опухолевом поражении печени

*Звездкина Е.А., Кедрова А.Г., Лебедев Д.П., Астахов Д.А., Панченков Д.Н., Степанова Ю. А.*

Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА,  
Москва.

Контактное лицо: +7 (916) 338-73-54, [zvezdkina@yandex.ru](mailto:zvezdkina@yandex.ru)

**Цель исследования:** 1) Определить лучевую семиотику осложнений трансартериальной химиоэмболизации (ТАХЭ) со стороны печени и сосудов; 2) выделить группы риска по развитию осложнений после ТАХЭ.

**Материалы и методы:** 55 пациентам было выполнено 122 процедуры ТАХЭ лекарственно насыщаемыми микросферами с использованием микрокатетерной техники в 2014 - 2021 гг. Типы поражения печени: 48 — билобарное множественное очаговое, 3 — единичный крупный очаг, 4 — опухоли с инфильтративным характером роста по ходу желчных протоков. Период динамического наблюдения - от 6 мес. до 5 лет. Компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) с контрастным усилением выполнялись до ТАХЭ, через 8 нед., 16 нед., далее каждые 3 мес. При подозрении на развитие осложнений КТ и МРТ проводились по показаниям.

**Результаты:** Такие осложнения, как спазм артерий, диссекция, окклюзия, разрыв ни разу не встретились при ТАХЭ с использованием микрокатетерной техники. При выраженных коллатералях и наличии артериовенозных шунтов использование микрокатетера позволило избежать нецелевой эмболизации.

Уровень печеночных ферментов (АЛТ, АСТ) после большинства ТАХЭ (n=108) возвращался к дооперационным значениям в течение 1-2 месяцев. После 14 ТАХЭ такой тенденции не отмечалось, при этом страдало общее состояние пациентов. 6 пациентам из этой группы проводилось МРТ, 8 пациентам КТ через 4-6 недель после операции, где у 9 пациентов отмечались явления локального холангита в виде перипротоковой инфильтрации и расширений внутрипеченочных желчных протоков. На фоне гепатопротективной терапии у 6 пациентов изменения регрессировали. У 1 пациента на фоне холангита при динамическом наблюдении сформировались множественные биломы, которые персистировали в течение 4 месяцев. У 1 пациента сформировались множественные биломы и холангиогенные абсцессы, что было купировано в течение 3 месяцев консервативной терапии. У 1 пациента в зоне холангита в течение 10 дней сформировался участок некроза паренхимы печени, который инфицировался, что потребовало оперативного лечения. У всех 3 пациентов были предшествующие реконструктивные манипуляции на желчных протоках, с установкой стентов (n=2) и дренажа (n=1).

**Выводы:** 1) Использование микрокатетерной техники позволило избежать нецелевой эмболизации и осложнений со стороны сосудов; 2) ТАХЭ может вызывать холангит, что требует контроля за состоянием печени; 3) осложнения со стороны желчных протоков имеют стадийность, что можно своевременно диагностировать на КТ и МРТ и предотвратить прогрессирование; 4) пациенты после реконструкции желчных протоков относятся к группе риска по развитию тяжелых осложнений после ТАХЭ.

## Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в оценке метастатического поражения лимфатических узлов при раке молочной железы

*Литвинова С.П., Жестовская С.И.*

ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск.  
Контактное лицо: +7 (923) 274-12-77, [svetalit94@yandex.ru](mailto:svetalit94@yandex.ru)

**Цель исследования:** Оценить чувствительность и специфичность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной (СВЭГ) в диагностике метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов (ПЛУ) у пациенток с раком молочной железы (РМЖ).

**Материалы и методы:** В режиме СВЭГ исследовано 144 измененных ПЛУ у пациенток (n=53) с подозрением РМЖ по данным ММГ или УЗИ до проведения биопсии. Исследование проведено на аппарате Philips Epic 6, с помощью линейного датчика с частотой 2-22 МГц.

**Результаты:** По результатам морфологии: 27,1% (n=39) – неизмененные ПЛУ, 26,4% (n=38) – доброкачественные изменения ПЛУ (реактивные изменения и гиперплазия) и 46,5% (n=67) – метастазы РМЖ в ПЛУ.

Для качественной оценки СВЭГ мы разделили все эластограммы ПЛУ на 4 эластотипа (ЭТ): 1 ЭТ – равномерно синее окрашивание и до 50% голубых оттенков, 2 ЭТ – синеголубое окрашивание, менее 20% желтых оттенков, 3 – голубое окрашивание, более 20% желтых оттенков, 4 ЭТ – голубые, желтые цвета с включениями красного цвета. Некоторые ПЛУ не окрашивались полностью из-за повышенной жесткости, данные характеристики относили к 4 ЭТ.

В группе неизменных ПЛУ: 74,4% (n=29) – 1 ЭТ, 23,1% (n=9) – 2 ЭТ, 2,6% (n=1) – 4ЭТ; в группе доброкачественных ПЛУ: 52,6% (n=20) – 1ЭТ, 36,8% (n=14) – 2ЭТ, 10,5% (n=4) – 3 ЛУ; в группе метастатических ПЛУ: 7,5% (n=5) – 1 ЭТ, 38,8% (n=26) – 2 ЭТ, 38,8% (n=26) – 3 ЭТ, 14,9% (n=10) – 4 ЭТ. Для оценки количественного анализа проведен расчет эластотичности ПЛУ с помощью СВЭГ, выраженный в кРа. При сравнении групп были выявлены статистически значимые различия между неизмененными ПЛУ и злокачественным поражением, между доброкачественными изменениями ПЛУ и злокачественным поражением. При построении ROC-кривых отмечено большая площадь под кривой в показателях жесткости при измерении малыми диаметрами. Таким образом была выбрана методика для проведения количественного анализа СВЭГ ПЛУ. Определены пограничные значения при сравнении неизмененных ПЛУ и ПЛУ с метастатическим поражением: при E среднем равном 17,95кРа Чув – 88,1%, Спец 84,6% (AUC 0,882,  $p < 0,005$ ). Медиана E злокачественного поражения ПЛУ при значении 16,1кРа достигает Ч 89,6% и специфичности 84,6% (AUC 0,898,  $p < 0,005$ ). При значении E максимальное 32,35кРа чувствительность составила 82,1% Специфичность 84,6% (AUC 0,869,  $p < 0,005$ ). Если E максимальное больше или равно 46,5кРа, то специфичность метода достигает 100%.

**Выводы:** Результаты эластографии сдвиговой волной подмышечной зоны лимфооттока при раке молочной железы могут использоваться в качестве дополнительного инструмента ультразвуковой диагностики метастатического поражения лимфатических узлов.

## **Фотодинамический метод в диагностике и лечении внутрикожных метастазов рака молочной железы**

*Евстифеев С.В., Кулаев М.Т., Альмяшев А.З., Скопин П.И., Ивашин А.А.*

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, Саранск

Контактное лицо: 89271884661, [evst-sv@mail.ru](mailto:evst-sv@mail.ru)

**Цель работы.** Оценить эффективность флюоресцентной диагностики (ФД) и фотодинамической терапии (ФДТ) внутрикожных метастазов рака молочной железы (РМЖ) с использованием гидроксиалюминия трисульфопфталоцианина в качестве фотосенсибилизатора.

**Материалы и методы.** Изучены спектры флюоресценции и произведена фотодинамическая терапия у 25 больных с внутрикожными метастазами РМЖ. Диагностика и лечение больных с метастатическим РМЖ производилась на диагностико-терапевтическом комплексе (ДТК-3М) производства ЦЕНИ ИОФ РАН имени А.М. Прохорова. При проведении ФД и ФДТ использовался синтетический порфириновый фотосенсибилизатор гидроксиалюминий трисульфопфталоцианин. Препарат вводился больным однократно в дозе 0,5 мг/кг. ФД производилась до введения препарата, через 24 ч после его введения, через 10 суток, и далее – через 1 и 2 месяца после окончания курса ФДТ. Первый сеанс ФДТ производился через 24 часа после введения препарата, интервал между сеансами составил 24-72 часа.

**Результаты:** При проведении ФД через 24 часа после введения фотосенсибилизатора КФ над здоровой кожей составил 60,2 отн.ед., над клинически определяемыми метастазами – 141,1 отн.ед., над выявленными клинически неопределяемыми метастатическими очагами – 107,8 отн.ед. КДК составил при этом 2,3 и 1,8 соответственно. Через 10 дней после введения фотосенсибилизатора КФ над здоровой кожей составил 45,1 отн. ед., над клинически определяемыми метастазами – 99,2 отн. ед., а над клинически неопределяемыми – 75,0 отн. ед. КДК составил соответственно 2,2 и 1,7.

Через 2 месяца после проведения ФДТ коэффициент флюоресценции у больных с внутрикожными метастазами РМЖ составил в здоровой коже 20,2 отн. ед, в зоне полностью регрессировавших метастатических очагов – 22,0 отн. ед, а в метастазах, не подвергшихся полной регрессии – 33,5 отн. ед. КДК составил соответственно 1,1 и 1,7 отн. ед. При этом у 6 больных был зарегистрирован полный эффект (24%), у 7 пациенток - частичный (28%), у 8 - стабилизация процесса (32%) и у 4-х пациентов отмечено прогрессирование заболевания (16%), характеризующееся появлением новых метастатических очагов.

**Выводы:** Таким образом, ФД с применением гидроксиалюминия трисульфопфталоцианина в качестве фотосенсибилизатора является перспективным высокоинформативным методом диагностики внутрикожных метастазов РМЖ, позволяющим определить границы опухолевого метастатического поражения, детектировать субклинические метастатические очаги и объективно оценить эффективность проведённого лечения. Полученные данные свидетельствуют о достаточной эффективности ФДТ и целесообразности её проведения при внутрикожных метастазах РМЖ.

## Сопоставление различных методов подсчета объемных ПЭТ-биомаркеров при лимфоме Ходжкина. Первоначальный опыт

*Метелкина М.В., Асланиди И.П., Мухортова О.В., Пурсанова Д.М., Шурупова И.В., Манукова В.А., Агафонова И.А.*

ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ,  
Москва

Контактное лицо: +79099793769, [metelkina.masha@yandex.ru](mailto:metelkina.masha@yandex.ru)

**Цель работы.** Сопоставить значения объемных ПЭТ-биомаркеров – общего метаболического объема опухоли (MTV) и общего уровня гликолиза (TLG) – у больных лимфомой Ходжкина при использовании автоматического и ручного методов выделения патологических очагов.

**Материалы и методы.** Ретроспективно проанализированы результаты ПЭТ/КТ исследований, выполненных 10 пациентам с ранними и распространенными стадиями лимфомы Ходжкина (n=6 и n=4, соответственно). Исследования проводились на ПЭТ/КТ-сканере (Biograph-64, Siemens) через 90 минут после внутривенного введения 18F-ФДГ (175-200 МБк) в режиме обследования «всего тела». Показатели MTV и TLG рассчитывались двумя методами – ручным и автоматическим, с использованием для каждого двух абсолютных пороговых значений отсечки фона: SUVmax >2,5 и SUVmax >4,0.

**Результаты:** В проанализированной группе (n=10) средние значения и стандартные отклонения объемных ПЭТ-биомаркеров, полученные при автоматическом и ручном методе выделения патологических очагов, значимо не различались (p>0,05) и составили: для MTV – 386±507 см<sup>3</sup> и 377±459 см<sup>3</sup> при пороговом значении SUVmax>2,5 и 216±298 см<sup>3</sup> и 211±283 см<sup>3</sup> при SUVmax>4,0; для TLG – 2050±2504 см<sup>3</sup> и 2026±2371 см<sup>3</sup> при SUVmax>2,5 и 1512±1907 см<sup>3</sup> и 1507±1879 см<sup>3</sup> при SUVmax>4,0, соответственно. Однако при анализе подгрупп больных с различными стадиями заболевания, более выраженные различия показателей, полученные между двумя методами обработки, определялись у пациентов с распространенным процессом.

Следует отметить, что автоматический метод выделения очагов требовал значительно меньшего времени.

**Выводы:** Показатели объемных ПЭТ-биомаркеров – MTV и TLG, рассчитанные автоматическим и ручным методом, существенно не различаются. Первоначальный опыт показал, что оба метода могут использоваться при лимфоме Ходжкина, при этом автоматический метод подсчета является существенно менее трудоемким.

## **Брахитерапия высокой мощности дозы рака слизистой дна полости рта с применением источника иридий-192**

*Петровский В.Ю., Титова В.А.*

ФГБУ «РНЦРР» МЗ РФ, Москва

*Контактное лицо: +79152406685, [petrvlu2@mail.ru](mailto:petrvlu2@mail.ru)*

**Цель работы.** Оценка переносимости и эффективности сочетанной лучевой терапии с применением источника иридий 192 при раке слизистой дна полости рта.

**Материалы и методы.** В период с 2007 по 2016 г. в ФГБУ РНЦРР проведено лечение 20 пациентам с диагнозом рак дна полости рта, средний возраст составил 54,2 года, Мужчины составили 85% из всех больных. Преобладали больные с опухолью в переднем отделе дна рта (70%), левосторонняя локализация была у 10 пациентов (50%). По данным морфологического исследования у всех больных установлен плоскоклеточный рак, преобладали больные с G1 – G2 (95%). По TNM больные были распределены следующим образом: T1-2No – 10 пациентов, T3-4No – 9 пациентов и одна больная с T4N1. Больным с T3-4 проведено 2-3 курса системной полихимиотерапии (ПХТ) по схеме TP, четырем больным ПХТ не проводилась из-за противопоказаний по соматическому общему статусу. Дистанционная радиотерапия проводилась (ДРТ) на ложе первичной опухоли и регионарный лимфоотток до СОД 40-46Гр. Затем проведена HDR-брахитерапия с источником иридий-192 на ложе первичной опухоли РОД 3Гр по СТВ100, СОД 24Гр. Лечение проводилось под КТ или МРТ / УЗИ контролем.

**Результаты:** У всех больных с проведенной ПХТ (5 больных, 25% от всей группы) отмечалась частичная регрессия первичной опухоли (более 50%). Гематоксичность отмечена у 2 больных в виде лейкопении 2 степени по CNC. После проведенной ДЛТ отмечались лучевые мукозиты 1-2 степени по RTOG у 17 больных, 3 степени – 3 больных. Эпидерматиты 1 степени отмечены у 4 пациентов. После проведенной брахитерапии отмечались эпителииты 1-2 степени (75% и 25% соответственно). У двух больных отмечались поздние лучевые повреждения в виде мукозита 3 степени. Продолженный рост первичной опухоли у одного больного (с T4No), у четырех больных прогрессирование в виде локального рецидива с 7-12 месяцев (в среднем 8,7 месяцев), из них с T2No у двух больных и двух больных с T4No. 5-летняя общая выживаемость (5у OS) составила 75%. У всех больных отмечены в зоне первичной опухоли хорошие / отличные функциональные и косметические эффекты.

**Выводы:** Лучевая терапия плоскоклеточного рака слизистой дна полости рта с применением брахитерапии с высокой мощностью дозы является методом органосохраняющего лечения с достаточно приемлемыми результатами лечения (5у OS 75%). Брахитерапия рака слизистой дна полости рта сопровождается хорошими функциональными и косметическими результатами.

## Исследование эффективности образования цитогенетических повреждений в клетках А549 при облучении протонным пучком

*Рзянина А.В., Молоканов А.Г., Швидкий С.В., Мицын Г.В., Гаевский В. Н., Шипулин К.Н., Агапов А.В., Хасенова И*

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна  
Контактное лицо: +79253804534, [rzjanina@mail.ru](mailto:rzjanina@mail.ru)

**Цель работы.** изучение воздействия терапевтического протонного пучка фазотрона ОИЯИ (г. Дубна) с различными значениями ЛПЭ на входе и в области модифицированного пика Брэгга по критерию частоты образования цитогенетических повреждений в культуре клеток человека

**Материалы и методы.** Клеточная культура: Клетки карциномы легкого человека А 549 инкубировали в стандартных условиях (370 С, 5 % CO<sub>2</sub>) в среде Игла MEM с 10 % FBS.

Облучение протонами клеток проводилось в дозе 2 Гр в двух точках глубинного дозного распределения: на входе и в модифицированном пике Брэгга с протяженностью плоской вершины 2 см по 90 % уровню. Энергия протонов на входе пучка в точке облучения составляла около 150 МэВ. Мощность поглощенной дозы в этом случае составляла 0,5 Гр/мин, среднее значение ЛПЭ = 0,54 кэВ/мкм, в пике Брэгга - 1 Гр/мин и 1,3 кэВ/мкм соответственно. Дозиметрическая калибровка пучка проводилась с помощью клинического дозиметра PTW UNIDOS-E (фирмы "PTW- Freiburg", Германия) с ионизационной камерой ТМ30013 с точностью около 3 %. Спектры ЛПЭ протонного пучка были измерены в работе [2]. Для сравнения клетки подвергали воздействию  $\gamma$  – излучения <sup>60</sup>Со на радиотерапевтической установке «Рокус М» в дозе 2 Гр со средней энергией излучения 1,25 МэВ и мощностью дозы 0,48 Гр/мин.

Микроядерный тест. Цитогенетические повреждения определяли с помощью микроядерного теста [1]. Микроядра считали только в бинуклеарных клетках. Для каждой точки просчитывалось не менее 1000 бинуклеарных клеток.

**Результаты:** Эффективность образования цитогенетических повреждений в клетках А549, исследованная по критерию образования микроядер на входе протонного пучка и в модифицированном пике Брэгга относительно  $\gamma$  – облучения при дозе 2 Гр составила 1,0 и 1,2 соответственно. Полученные данные согласуются с ранее полученными нами результатами по исследованию ОБЭ протонного пучка с использованием другой радиобиологической модели.

**Выводы:** Результаты свидетельствуют о более эффективном повреждающем действии протонов (при более высоких значениях ЛПЭ) в области пика Брэгга, чем на входе в протонный пучок. Используемая в работе тест-система пригодна для определения отличий в радиобиологическом воздействии излучений с различными ЛПЭ.

## Отдаленные последствия лучевой терапии у коморбидных пациентов с раком лёгкого и способы их коррекции

*Комарова А.Н., Задонцева Н.С.*

ФГБОУ «ВО Алтайский государственный медицинский университет», Барнаул

Контактное лицо: +79059867569, [a.n.komarova@bk.ru](mailto:a.n.komarova@bk.ru)

**Цель работы.** Определить влияние коморбидной патологии на качество жизни пациента и отдаленные последствия проведенной лучевой терапии на соматический статус пациента.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 19 пациентов с различными формами злокачественных новообразований лёгких, получающих лучевую терапию. Оценка сопутствующих заболеваний проводилась согласно индексам коморбидности, а также исходя из результатов инструментальных исследований. Возраст варьировал от 41 до 76 лет.

**Результаты:** Полное отсутствие сопутствующей патологии наблюдалось у 10,5% больных. Наличие более 4 конкурентных заболеваний у 15,7%. Самой частой сопутствующей патологией была гипертоническая болезнь (78,9%). На втором месте дисциркуляторная энцефалопатия-68,4%, на третьем месте ишемическая болезнь сердца – 36,8%. На четвертом - сахарный диабет – 26,3%. В 5,2% случаев декомпенсированная сопутствующая патология послужила поводом для отказа от проведения лучевой терапии. У 84,2% на фоне проводимого лечения развились различные проявления осложнений лучевой терапии. При этом также наблюдалась коморбидность воздействия. Сочетанное поражение органов и систем отмечено у 42,1% пациенток. Основной проблемой при использовании лучевой терапии было развитие различных форм бронхитов и пневмонитов, сопровождающихся кашлем и одышкой, как в покое так и при физической нагрузке. На втором месте осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся в виде ухудшения имеющихся заболеваний, а также бессимптомными проявлениями на ЭКГ. На третьем месте лучевые реакции со стороны нервной системы, в виде повышенной утомляемости, раздражительности, нарушении сна.

Для преодоления токсичности использовались различные группы препаратов: кардио-, гепато-, нейропротекторы, эмульенты, энзимотерапию. На фоне лечения улучшение состояния удалось достичь у 89,4% пациентов. Наиболее выраженная положительная динамика на фоне использования системной энзимотерапии была отмечена у пациентов с лучевыми бронхитами и пневмонитами. Использование вобэнзима в дозе по 3 таб х3 раза в день длительностью до 1 месяца, послужила поводом для сокращения длительности курса антибиотиков до 5 дней. Купирование воспалительного заболевания у пациентов наблюдалось на 4-5 сутки, в то же время как в группе не получающей энзимотерапию данный процесс продолжался 10-12 суток. Ни у одного пациента в группе, использующих системную энзимотерапию не было отмечено ухудшение состояния.

**Выводы:** При планировании специального лечения особое внимание необходимо уделять наличию коморбидной патологии. Своевременная терапия которой может предотвратить развитие осложнений лучевой терапии, таких как поражение сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

## **Изучение фармакокинетики и терапевтической эффективности оригинального отечественного РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА» для лечения метастатического рака предстательной железы**

*Петриев В.М., Власова О.П., Тищенко В.К., Степченкова Е.Д., Федорова А.В., Рыжикова Т.П., Панкратов А.А., Шегай П.В., Иванов С.А., Каприн А.Д.*

*Контактное лицо: +79533184646, [petriev@mrrc.obninsk.ru](mailto:petriev@mrrc.obninsk.ru)*

**Цель работы.** ПСМА-направленная радиолигандная терапия (ПСМА-РЛТ) у больных с метастатическим кастрационно-резистентным раком предстательной железы (мКРРПЖ), прогрессирующим после традиционного лечения, в настоящее время применяется в клинической практике в странах Европы, США и Канаде. Терапевтический радиофармпрепарат (РФЛП) для ПСМА-РЛТ представляет собой низкомолекулярный ингибитор, меченный радионуклидами и специфически связывающийся с антигеном ПСМА, сверхэкспрессируемый опухолями простаты. В 2020-2021 гг. в ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России были проведены доклинические исследования разработанного РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА».

**Материалы и методы.** Были проведены исследования фармакокинетики и терапевтической эффективности РФЛП при однократном внутривенном введении препарата (фармакокинетика: 0,30 МБк в 0,1 мл/животное; терапевтическая эффективность: контроль, 3,7 МБк и 7,4 МБк в 0,1 мл/животное), через 10–12 суток после перевивки опухоли. В качестве контроля при изучении терапевтической эффективности РФЛП использовали 0,9%-ный раствор NaCl для инъекций в ампулах.

В качестве тест-систем были использованы мыши линии BALB/c nu/nu (nude), самцы, с первичной карциномой предстательной железы человека 22Rv1.

Биораспределение РФЛП в организме животных оценивали по интенсивности ионизирующего излучения в образцах внутренних органов и тканей, измеренного на гамма-счетчике, через 5мин, 1ч, 3ч, 24ч, 48ч, 72ч и 120ч после введения препарата. Критерием оценки противоопухолевой эффективности РФЛП служил процент торможения роста опухоли (ТРО,%) по отношению к контрольной группе.

**Результаты:** Накопление РФЛП в опухоли за 48 ч снижалось с  $2,46 \pm 0,15\%$ /г до  $0,020 \pm 0,007\%$ /г. Концентрация РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА» в опухоли превышала концентрацию препарата в остальных органах и тканях, за исключением почек. В почках содержание РФЛП составило 0,09–14,58%/г, что обусловлено выведением РФЛП через мочевыделительную систему. В остальных органах и тканях концентрация РФЛП уже через 1ч не превышала 0,2 %/г.

Средний объем опухоли у мышей, получивших РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА», статистически значимо ниже, чем у животных контрольной группы. Среднее значение ТРО для группы животных, получивших РФЛП в дозе 3,7 МБк/мышь, составил 57,72% (41,95–74,32%). Для животных, получивших РФЛП в дозе 7,4 МБк/мышь, среднее значение ТРО составило 53,25% (20,85–67,52%).

**Выводы:** Была изучена и доказана функциональная пригодность РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА» по критериям: - динамика распределения и выведения РФЛП после его внутривенного введения; - терапевтическая эффективность РФЛП у животных с моделью мКРРПЖ.

## Биораспределение нового остеотропного препарата на основе N,N,N',N'-этилендиаминтетраакис (метиленфосфоновой кислоты) и лютеция-177

Тищенко В.К., Петриев В.М., Федорова А.В., Кузенкова К.А..

Медицинский радиологический научный центр, Обнинск

Контактное лицо: Тищенко Виктория Константиновна, г. Обнинск, Медицинский радиологический научный центр, телефон +79105225072, [vikshir82@mail.ru](mailto:vikshir82@mail.ru)

**Цель работы.** Изучение биораспределения нового остеотропного препарата  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ в организме интактных лабораторных животных

**Материалы и методы.** Изучение фармакокинетики  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ проводили на интактных крысах Wistar, самках. Для оценки стабильности  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ *in vivo* также было исследовано распределение свободного лютеция в виде  $^{177}\text{LuCl}_3$  в организме интактных крыс. Животным внутривенно вводили по 0,37 МБк  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ или  $^{177}\text{LuCl}_3$  в объеме 0,1 мл. Биораспределение  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ и  $^{177}\text{LuCl}_3$  в организме животных оценивали *ex vivo*, по удельной интенсивности ионизирующего излучения в образцах органов и тканей, измеренного радиометрическим методом на автоматическом гамма-счетчике. Для этого через 5 мин, 1, 3, 24 и 48 ч после внутривенного введения препаратов по 4 животных на каждый срок подвергали эвтаназии, выделяли образцы органов и тканей, помещали в пробирки, взвешивали и проводили радиометрию. По данным радиометрии на каждый срок наблюдения рассчитывали удельную активность на 1 г органа или ткани (%/г).

Результаты радиометрии обрабатывали статистически с вычислением средних арифметических значений ( $M$ ) и стандартных ошибок среднего ( $m$ ). Сравнение концентраций  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ и  $^{177}\text{LuCl}_3$  в группах проводилось с помощью *t*-критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты:** В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая концентрация  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ была отмечена в костной ткани. Накопление  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ в коленном суставе составило 1,683–4,793 %/г, в кости бедра – 1,590–3,758 %/г, в кости черепа – 0,729–1,561 %/г, в кости ребра – 1,019–1,800 %/г, в кости позвоночника – 0,750–1,599 %/г. Максимальная концентрация  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ в скелете была зарегистрирована через 24 ч после введения препарата. Распределение  $^{177}\text{LuCl}_3$  в костях практически не отличалось от такового для  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ, за исключением начальных сроков. Во внутренних органах и тканях концентрация  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ была статистически значимо ниже по сравнению с  $^{177}\text{LuCl}_3$  и не превышала 1 %/г во все сроки исследования.

**Выводы:** Полученные результаты позволяют рассматривать  $^{177}\text{Lu}$ -ЭДТМФ в качестве перспективного остеотропного препарата для терапевтических целей

## **Оценка влияния биологических и физических функций оптимизации на качество планов лучевой терапии с одновременной эскалацией дозы опухолей предстательной железы на основе дозиметрических критериев**

*Селихова Е.А., Сутыгина Я.Н, Сухих Е.С.*

Томский Областной Онкологический Диспансер Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет, Томск

*Контактное лицо:* Селихова Екатерина Александровна, г. Томск, Томский Областной Онкологический Диспансер Национальный исследовательский Томский политехнический университет, телефон +79234117511, [selihova\\_ekaterina@mail.ru](mailto:selihova_ekaterina@mail.ru)

**Цель работы.** Исследование, и оценка влияния биологических и физических функций оптимизации на качество планов лучевой терапии с одновременной эскалацией дозы опухолей предстательной железы на основе дозиметрических критериев.

**Материалы и методы.** В рамках данного исследования были рассмотрены дозиметрические планы 9 пациентов с диагнозом рак предстательной железы. Проведена процедура оконтуривания органов риска и планируемые объемы мишени, где PTV1 представляет собой область предстательной железы, PTV2 – предстательная железа и семенные пузырьки, PTV3 - предстательная железа, семенные пузырьки и региональные лимфоузлы. Всем пациентам была проведена топометрическая подготовка в лечебном положении с использованием спирального сканера Toshiba Aquilion (Toshiba, Япония) с толщиной среза 3 мм. Предписанная доза за курс ЛТ для (Simultaneous integrated boost-SIB) составила СОД=75 Гр, которая доставлялась за 25 фракций, таким образом, РОД варьировалась для PTV1- 3 Гр, для PTV2 -2,5 Гр, для PTV3 -2 Гр. В Томском областном онкологическом диспансере для проведения используется высокоэнергетический линейный ускоритель Elekta Synergy.

Дозиметрическое планирование для одновременной интегрированной эскалации дозы SIB осуществлялось в среде Monaco (версия 5.51.10) с применением объемной модуляции по интенсивности (Volumetric modulated arc therapy – VMAT). Все дозиметрические планы облучения имели одинаковые технические параметры расчета: энергия фотонного излучения 10 МВ, методика облучения VMAT с двумя полными арками (0–360°), расчетная сетка 0,3 см, максимальная ширина бимлета 0,2 см, максимальная ширина сегмента 1 см, углы коллиматора для первой арки — 10° для второй 315°, алгоритм расчета Монте-Карло, статистическая неопределенность расчета 0,8%. Доза рассчитывалась на среду, а не на воду. Трехмерная дозиметрическая оценка проводилась с помощью гистограмм доза-объем (ГДО) для мишени и органов риска. Оценка дозиметрических планов облучения проводилась с помощью рекомендаций и протоколов.

**Результаты:** Для определения влияния биологических и физических функций оптимизации на качество планов лучевой терапии с одновременной эскалацией дозы опухолей предстательной железы на основе дозиметрических критериев для каждого клинического случая создано несколько терапевтических планов с разными функциями оптимизации: физические; биологические; комбинация физических и биологических функций. При дозиметрическом планировании с биологическими функциями оптимизации использовались следующие: Target EUD, Serial, Parallel. При дозиметрическом планировании с физическими функциями оптимизации использовались следующие: Target Penalty, Quadratic Overdose. А также их комбинация. Распределение дозы в клиническом объеме мишени для всех VMAT-SIB планов находилось в диапазоне не ниже 95% от предписанной дозы покрывало не менее 95% объема мишени. Уровни лучевых нагрузок на критические органы не превышали толерантные уровни, пересчитанные с учетом режима фракционирования и радиобиологических параметров.

**Выводы:** Результаты дозового распределения показали возможность создания оптимальных дозиметрических планов при использовании только биологических или физических функций оптимизации.

### **Применение незарегистрированных терапевтических РФЛП в медицинских организациях для собственных нужд**

Власова О.П.<sup>1,4</sup>, Петриев В.М.<sup>1,2</sup>, Крылов В.В.<sup>1</sup>, Тищенко В.К.<sup>1</sup>, Кочетова Т.Ю.<sup>1</sup>, Шуринов А.Ю.<sup>1</sup>, Степченкова Е.Д.<sup>1</sup>, Бирюков В.А.<sup>1</sup>, Шегай П.В.<sup>4</sup>, Иванов С.А.<sup>1</sup>, Каприн А.Д.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

<sup>3</sup>МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

<sup>4</sup>ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

Радиолигандная терапия РЛТ представляет собой постоянно развивающийся метод ядерной медицины, в котором, для эффективного лечения злокачественных новообразований (ЗНО), применяются высокоактивные радиофармацевтические лекарственные препараты (РФЛП) [1].

Основной причиной того, что в России зарегистрированы всего несколько терапевтических РФЛП, применяемых для лечения щитовидной железы и костных метастазов, является отсутствие интереса потенциальных производителей РФЛП к небольшому рынку сбыта РФЛП, в противовес высокой стоимости их регистрации. Именно этот факт стал причиной того, что в 2020 году Минздрав России издал два Приказа: № 1218н от 12.11.2020 г. и № 780н от 31.07.2020 г., которые должны дать возможность специализированным клиникам изготавливать незарегистрированные РФЛП на своей территории для собственных нужд [2,3].

Для возможности проведения в России РЛТ метастатического кастрационно-резистентного рака предстательной железы (мКРРПЖ) у пациентов, исчерпавших традиционные методы лечения, в рамках вышеуказанных Приказов, специалистами ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России: 1) в 2020 году была разработана технология синтеза отечественного РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА»; 2) в 2020-2021 гг. были проведены доклинические исследования РФЛП; 3) был подготовлен Пакет нормативной документации, включающий:

- лицензию Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на эксплуатацию радиационных источников (ЦО-03-207-11858 от 07.08.2020 г.),
- лицензию Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения на осуществление фармацевтической деятельности «Аптека РФЛП» (ФС-40-02-000097 от 19.08.2021 г.);
- отчет о доклинических исследованиях безвредности и функциональной пригодности РФЛП;
- методику РЛТ РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА»;
- лабораторный регламент получения РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА» в Аптеке РФЛП;
- фармстатью на РФЛП «<sup>177</sup>Lu-ДОТА-ПСМА»;
- СОПы №№1-3 по: 1) подготовке помещения Аптеки РФЛП для синтеза РФЛП, 2) синтезу РФЛП, 3) проведению контроля качества РФЛП;
- методику входного контроля набора «ДОТА-ПСМА» по ТУ (АО «Фарм-Синтез»);
- шаблоны: заявка на РФЛП, акт наработки РФЛП, протокол контроля качества РФЛП.

После внутреннего утверждения Пакета нормативной документации в МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиале ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, по состоянию на 15.12.2021 г., терапию РФЛП получили 26 пациентов с заболеванием мКРРПЖ. РФЛП

изготавливали из единственной, зарегистрированной в России, фармацевтической субстанции  $^{177}\text{Lu}$ -хлорид (завод «Медрадиопрепарат» ФМБА России) и наборов «ДОТА-ПСМА» (ЗАО «Фарм-Синтез») [4].

### **Изучение безвредности оригинального отечественного РФЛП « $^{177}\text{Lu}$ -ДОТА-ПСМА» для лечения метастатического рака предстательной железы**

Панкратов А.А.<sup>3</sup>, Петриев В.М.<sup>1,2</sup>, Немцова Е.Р.<sup>3</sup>, Тищенко В.К.<sup>1</sup>, Безбородова О.А.<sup>3</sup>, Морозова Н.Б.<sup>3</sup>, Власова О.П.<sup>1,4</sup>, Степаненко В.Ф.<sup>1,2</sup>, Плютинская А.Д.<sup>3</sup>, Федорова А.В.<sup>1</sup>, Кузенкова К.А.<sup>1</sup>, Шегай П.В.<sup>4</sup>, Иванов С.А.<sup>1</sup>, Каприн А.Д.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

<sup>3</sup>МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

<sup>4</sup>ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

В России диагноз метастатический кастрат-резистентный рак предстательной железы (мКРРПЖ) ежегодно ставят порядка 7-8 тысячам мужчин. Трехгодичная летальность в этих группах при консервативном лечении составляет 98% [1].

В странах Европы, США и Канады радиолигандная терапия (РЛТ) радиофармпрепаратом (РФЛП) на основе низкомолекулярного ингибитора простат-специфического мембранного антигена, меченного радиоизотопами  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{177}\text{Lu}$  или  $^{225}\text{Ac}$ , эффективно используется для лечения мКРРПЖ, где препарат проходит клинические исследования 2 и 3 фазы. В рамках этих исследований успешно пролечено более 2 тысяч пациентов, а накопленные зарубежные данные подтверждают эффективность и безопасность такой терапии [2,3].

В ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России был разработан РФЛП « $^{177}\text{Lu}$ -ДОТА-ПСМА», а в 2020-2021 гг. были проведены его доклинические исследования. Была изучена и установлена безопасность РФЛП по показателям: - острая токсичность РФЛП и субстанции «ДОТА-ПСМА»; - субхроническая токсичность модельного препарата «Lu-ДОТА-ПСМА»; - аллергезирующие свойства модельного препарата «Lu-ДОТА-ПСМА»; - местнораздражающее действие РФЛП; - иммунотоксичность модельного препарата «Lu-ДОТА-ПСМА»; - специфическая безопасность РФЛП (прогностический расчет поглощенных доз на критические органы и все тело) [4].

В качестве тест-систем были использованы: - крысы «Сток Wistar», самцы и самки,  $m_{\text{средн.}}$ (155–173) г; - кролики «Советская шиншилла», самцы,  $m_{\text{средн.}}$ (2000–2200) г; - морские свинки альбиносы, самки,  $m_{\text{средн.}}$ (264–314) г; - мыши гибриды F1 (СВАхС57В1/6j), самцы и самки,  $m_{\text{средн.}}$ (19,1 – 23,8) г.

Результаты исследований безопасности показали: - однократное внутривенное (в/в) введение РФЛП мышам и крысам в однократной, двукратной и четырехкратной терапевтической дозе удовлетворительно переносилось животными (гибель от токсичности отсутствовала); - однократное в/в введение субстанции «ДОТА-ПСМА» мышам в дозах, превышающих максимальную дозу субстанции для человека в 12, 60 и 120 раз, было удовлетворительно перенесено животными (гибель от токсичности отсутствовала). Ежедневное (14 дней) внутривенное введение модельного препарата крысам в суммарных дозах, по ДОТА-ПСМА, равных 168 мкг/кг и 672 мкг/кг было удовлетворительно перенесено животными (гибель от токсичности отсутствовала, выраженных изменений биохимических, патологоанатомических и морфометрических показателей организма не наблюдалось). Модельный препарат не приводил к развитию анафилактического шока и местной аллергической реакции у морских свинок. РФЛП (9,62

мкКи/мл; 8,3 мкг/мл по ДОТА-ПСМА) при однократном в/в введении кроликам не приводил к развитию в области введения патологических местнотканевых реакций. Модельный препарат не оказывал иммунотоксического действия на мышей. Оценка специфической безопасности РФЛП показала высокую избирательность накопления поглощенных доз и высокий уровень облучения опухолевой ткани.

## **Повышение надежности сбора данных 3d-фантомами при дозиметрических исследованиях**

Д.И. Гранин, О.В. Пашков, П.А. Медведев

ООО «ГРАДИАЦИЯ», ООО «Технологии гарантии качества»  
Ж.С. Лебедева

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет  
им. академика И. П. Павлова

*Контактное лицо:* [info@gradiation.ru](mailto:info@gradiation.ru), +7 (812) 905-08-00

На протяжении последних лет в ООО «ГРАДИАЦИЯ» активно ведутся разработки в области дозиметрического оборудования, в частности разработан программно-аппаратный комплекс в составе: трехмерный водный фантом, и прикладное ПО «ПрофСкан» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021680621). Целью последней разработки являлось создание дозиметрического комплекса, обеспечивающего повышенную точность, надежность, и удобство в эксплуатации.

Водные фантомы – распространенный инструмент при проведении дозиметрических исследований комплексов лучевой терапии. При разработке таких инструментов необходимы компромиссные решения между требованиями, предъявляемыми к измерительной технике, а именно:

- масса и габариты при высокой точности позиционирования;
- простота конструкции при сложных технологических процессах проведения дозиметрии;
- надежность при сложных конструктивных решениях.

Процесс дозиметрических испытаний исключает объективный контроль со стороны оператора, что не позволяет отслеживать потенциальные отказы в работе измерительной аппаратуры. Большинство водных фантомов построены на основе шаговых электромоторов, что оправдано надежностью, неприхотливостью к внешним факторам, простотой управления. Тем не менее, при нарушении условий или длительной эксплуатации могут происходить отказы оборудования, в случае с шаговыми электромоторами – пропуск шагов.

Пропуск шагов, возникая в процессе дозиметрических исследований, приводит к ошибке позиционирования детектора, следовательно к ошибочным результатам. Необходимо в режиме реального времени отслеживать возникающие неисправности. С этой целью разработана программно-аппаратная система верификации перемещения исполнительного механизма комплекса. Типовое решение – применение датчиков угла поворота. В дозиметрии применение любой микроэлектроники вблизи от источника излучения не возможно. Этим обусловлено применение синус-косинус вращающихся трансформаторов, которые устойчивы к воздействию радиации. Система верификации отслеживает перемещение исполнительного механизма фантома, и информирует оператора при возникновении рассогласования между машинными и реальными

координатами. Такое решение позволяет отслеживать отказы оборудования при подготовке и в процессе дозиметрических исследований.

С целью верификации системы координат комплекса разработана программно-аппаратная система, осуществляющая автоматическую привязку начала машинных координатных осей к единой референсной точке, относительно которой строится пользовательская система координат, позволяя в любой момент времени осуществить проверку позиционирования приводов комплекса.

Для удобства пользователя разработана система, автоматически определяющая отклонение горизонта резервуара фантома водного, и по выбору пользователя осуществляющая пересчет координат при перемещении детектора, относительно уровня воды. Это решение позволяет проводить дозиметрические исследования без механической коррекции положения резервуара водного фантома.

С целью обеспечения полноценного диалога между оператором и дозиметрическим комплексом, разработана интерактивная система гарантии качества - программный комплекс, осуществляющий самодиагностику, подготовительные проверки и настройки оборудования в диалоговом режиме с пользователем. Эта система упростит подготовку и выявит потенциальные неисправности до начала процесса дозиметрических испытаний.

Таким образом, примененные в процессе разработки дозиметрического комплекса решения позволяют повысить надежность и точность измерений при дозиметрических испытаниях, упростить процесс подготовки к испытаниям и обеспечить удобство эксплуатации дозиметрического комплекса.

### **Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в оценке метастатического поражения лимфатических узлов при раке молочной железы**

*Литвинова С.П.<sup>1,2</sup>, Жестовская С.И.<sup>3,4</sup>*

1 ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого Минздрава России, г. Красноярск

2 КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского», г. Красноярск

3 КГБУЗ Краевая клиническая больница, г. Красноярск

4 ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

**Цель:** оценить чувствительность и специфичность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной (СВЭГ) в диагностике метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов (ПЛУ) у пациенток с раком молочной железы (РМЖ).

**Материалы и методы:** В режиме СВЭГ исследовано 144 измененных ПЛУ у пациенток (n=53) с подозрением РМЖ по данным ММГ или УЗИ до проведения биопсии. Исследование проведено на аппарате Philips Epic 6, с помощью линейного датчика с частотой 2-22 МГц.

**Результаты:** По результатам морфологии: 27,1% (n=39) – неизмененные ПЛУ, 26,4%(n=38) – доброкачественные изменения ПЛУ (реактивные изменения и гиперплазия) и 46,5% (n=67) - метастазы РМЖ в ПЛУ.

Для качественной оценки СВЭГ мы разделили все эластограммы ПЛУ на 4 эластотипа (ЭТ): 1 ЭТ – равномерно синее окрашивание и до 50% голубых оттенков, 2 ЭТ – синеголубое окрашивание, менее 20% желтых оттенков, 3 – голубое окрашивание, более 20% желтых оттенков, 4 ЭТ – голубые, желтые цвета с включениями красного цвета.

Некоторые ПЛУ не окрашивались полностью из-за повышенной жесткости, данные характеристики относили к 4 ЭТ.

В группе неизменных ПЛУ: 74,4% (n=29) -1 ЭТ, 23,1% (n=9) – 2 ЭТ, 2,6% (n=1) – 4ЭТ; в группе доброкачественных ПЛУ: 52,6% (n=20) – 1ЭТ, 36,8% (n=14) – 2ЭТ, 10,5% (n=4) – 3 ЛУ; в группе метастатических ПЛУ: 7,5% (n=5) – 1 ЭТ, 38,8% (n=26) – 2 ЭТ, 38,8% (n=26) – 3 ЭТ, 14,9% (n=10) – 4 ЭТ. Для оценки количественного анализа проведен расчет эластичности ПЛУ с помощью СВЭГ, выраженный в кРа. При сравнении групп были выявлены статистически значимые различия между неизменными ПЛУ и злокачественным поражением, между доброкачественными изменениями ПЛУ и злокачественным поражением. При построении ROC-кривых отмечено большая площадь под кривой в показателях жесткости при измерении малыми диаметрами. Таким образом была выбрана методика для проведения количественного анализа СВЭГ ПЛУ. Определены пограничные значения при сравнении неизменных ПЛУ и ПЛУ с метастатическим поражением: при E среднем равном 17,95кРа Чув – 88,1%, Спец 84,6% (AUC 0,882,  $\rho < 0,005$ ). Медиана E злокачественного поражения ПЛУ при значении 16,1кРа достигает Ч 89,6% и специфичности 84,6% (AUC 0,898,  $\rho < 0,005$ ). При значении E максимальное 32,35кРа чувствительность составила 82,1% Специфичность 84,6%(AUC 0,869,  $\rho < 0,005$ ). Если E максимальное больше или равно 46,5кРа, то специфичность метода достигает 100%.

**Заключение:** Результаты эластографии сдвиговой волной подмышечной зоны лимфооттока при раке молочной железы должны использоваться в качестве дополнительного инструмента ультразвуковой диагностики метастатического поражения лимфатических узлов.

### **Роль процедуры валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка в рамках ввода в эксплуатацию клинической системы протонного комплекса**

*Демидова А.М., Киселев В. А., Удалов Ю.Д., Слобина Е.Л., Ораскина А.А., Зиятдинова В.И.*

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России, Дмитровград

**Введение:** В современных условиях, когда новые технологии развиваются и внедряются в разных сферах, в том числе и медицине, в частности в области лучевой терапии, как никогда раньше перед специалистами возникает проблема ввода в эксплуатацию новых, отличных от классических привычных методов и терапевтических аппаратов. Одним из таких примеров, который рассматривается в данной работе, является протонная терапия, протонный комплекс и система доставки клинического протонного пучка. Программа валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка (КПП) является первичным инструментом гарантии качества (ГК) и очень важным этапом ввода в эксплуатацию клинического облучающего оборудования.

**Цель работы:** обоснование практической значимости процедуры валидации дозиметрической модели карандашного протонного пучка.

**Материал и методы исследования:** Валидация дозиметрической модели карандашного протонного пучка осуществлялась в рамках ввода в эксплуатацию первой и второй лечебных комнат протонного центра Федерального Научно-Клинического Центра Радиологии и Онкологии ФМБА России. Валидация дозиметрической модели КПП проводилась по рекомендациям разработчиков системы планирования. В процессе получения дозиметрических данных для сопоставления с данными, рассчитанными

системой дозиметрического планирования, использовалось такое специфическое дозиметрическое оборудование как Lynx (IBA Dosimetry), Zebra (IBA Dosimetry) и Giraffe (IBA Dosimetry).

Для проведения валидации дозиметрической модели КПП необходимо было произвести расчет дозового распределения при заданных условиях, рекомендованными разработчиками системы планирования, с использованием фантомов применяемого дозиметрического оборудования. По условиям тестов моделировались как отдельные споты карандашного протонного пучка одной энергии с шагом 20 МэВ, так и прямоугольные области в один энергетический слой с шагом энергий 20 МэВ. Так же моделировались глубинные дозовые распределения при определенных условиях.

**Результаты:** Все расчетные значения анализировались методом сравнения с фактически полученными на аппарате с учетом допустимых отклонений. Для этого использовались как программные инструменты для дозиметрического сбора данных myQA (IBA Dosimetry), так и специальное программное обеспечение для анализа отдельных спотов myQA FastTrack (IBA Dosimetry).

### **Метод оценки дозы внутреннего облучения радиофармпрепаратом "Фтор-18-дезоксиглюкоза" с использованием ПЭТ/КТ-реконструкций**

*Барabanов Д.Б., Зельский И.А.*

ООО Центр ПЭТ-Технолоджи, Екатеринбург

*Контактное лицо:* Барabanов Денис Дмитриевич, г. Екатеринбург, ООО Центр ПЭТ-Технолоджи, +79826576586 [d.barabanov@pet-net.ru](mailto:d.barabanov@pet-net.ru)

**Цель работы.** Разработка вычислительных методов оценки дозы внутреннего облучения пациентов радионуклидной диагностики с использованием ПЭТ/КТ реконструкций.

**Материалы и методы.** 1) Совмещённые ПЭТ/КТ реконструкции исследований пациентов с GE Discovery PET/CT 610, включающие в себя ПЭТ-серию с массивом данных точечных объёмных активностей введённого радиофармпрепарата и аттенюационную КТ-серию с массивом данных неоднородного поля плотности органов и тканей в единицах Хаунсфилда.

2) Графический процессор NVIDIA GTX 950 с программно-аппаратной архитектурой параллельных вычислений NVIDIA CUDA

3) C++ — компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения.

**Результаты:** 1) Разработана математическая база для реализации численных методов вычислений

2) Написан программный код на аппаратной платформе центрального процессора для расчёта интегральной поглощённой дозы в плоском двумерном срезе ПЭТ/КТ серии.

3) Написан программный код на графическом процессоре для расчёта интегральной поглощённой дозы в трёхмерном цилиндрическом участке набора срезов ПЭТ/КТ серии.

**Выводы:** В первом приближении приведена методика расчёта поглощённых доз внутреннего облучения от введённого внутривенно диагностического радиофармпрепарата. Учёт дозовых нагрузок пациентов является важной составляющей в диагностике и терапии различных заболеваний в связи с возможной вероятностью возникновения стохастических радиационных рисков и осложнений.

## Оценка качества диффузионно-взвешенного изображения с подавлением сигнала от фоновых тканей в сравнении со стандартной диффузионно-взвешенной последовательностью с контролем дыхания при 1,5Т МРТ брюшной полости.

*Рипп В.О., Березовская Т.П., Меньшиков П.Е., Куприянов Д.А.*

МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск

Контактное лицо: Рипп Владислав Олегович, г. Обнинск, МРНЦ им. А.Ф. Цыба, телефон +79526902698, [rippnba@gmail.com](mailto:rippnba@gmail.com)

**Цель работы.** сравнить количественные параметры диффузионно-взвешенной визуализации брюшной полости на 1,5Т МРТ при использовании импульсной последовательности (ИП) Diffusion Weighted Imaging with Background Suppression (DWIBS) и классической спектральной диффузионно-взвешенной последовательности (Diffusion Weighted Imaging, DWI) с респираторным стробированием.

**Материалы и методы.** 12 пациентам в возрасте от 22 до 30 лет без соматической патологии было проведено 20 исследований МРТ брюшной полости на 1,5Тл томографе с использованием ИП DWIBS и DWI с респираторным стробированием ( $b=50-200-800$  с/мм<sup>2</sup>, NSA– 4, усреднений по  $b$ -факторам – 2-3-5). Для каждой ИП было рассчитано значение SNR и проведено сравнение полученных результатов. Количественная характеристика ограничения диффузии, определяемая расчетом измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), также была определена для указанных локализаций. Проверки равенства средних значений ИКД для двух импульсных последовательностей по каждой локализации проводилась с помощью  $t$ -критерия Стьюдента.

**Результаты:** ИП DWIBS обеспечивает подавление фонового сигнала от окружающих тканей, что позволяет значительно улучшить визуализацию очагов ограничения диффузии. Соответственно качество изображения, характеризуемое значением SNR, при этом снижается. Так, значение SNR для ИП DWI составило  $64\pm 5$  (среднее  $\pm$  стандартное отклонение), межквартильный размах – 61-71, тогда как для ИП DWIBS –  $58\pm 6,6$ , межквартильный размах 55-65. Вместе с тем, сравнение средних значений ИКД по 4 локализациям для ИП DWIBS и DWI показало отсутствие статистически значимой разницы в значениях ИКД между DWI и DWIBS ( $t=0,54$ ,  $p=0,6$  – для селезенки;  $t=0,72$ ,  $p=0,48$  – для почки;  $t=0,54$ ,  $p=0,6$  – для позвонка;  $t=1,67$ ,  $p=0,12$  – для печени). Время исследования для ИП DWIBS составило 10,3 минуты, против 18,1 минут для ИП DWI, что значительно ускоряет исследование и позволяет использовать большее поле обзора (FOV) или исследовать несколько анатомических зон.

Совокупность вышеперечисленных факторов, таких как небольшая потеря в качестве изображения на DWIBS, на фоне большей контрастности очагов ограничения диффузии, значительное сокращение времени сканирования и отсутствие статистически значимых различий в значениях ИКД, позволяет рекомендовать ИП DWIBS для исследований с большим полем обзора (FOV) или при исследовании сразу нескольких анатомических зон, как например при МРТ всего тела (WB-MRI).

**Выводы:** 1) Незначительное снижение значения SNR для ИП DWIBS в сравнении с ИП DWI, учитывая более высокую контрастность очагов ограничения диффузии, позволяет говорить о преимуществах ИП DWIBS для визуализации в онкологии. 2) ИП DWIBS не имеет статистически значимых отличий при определении ИКД от ИП DWI. 3) ИП DWIBS являются перспективной импульсной последовательностью для использования в методике МРТ всего тела.

## Химиоэмболизация бронхиальных артерий при лечении рака легкого, осложненным кровохарканием. Опыт Нижегородского онкологического диспансера

*Дерябин Р.А., Целоусова Л.М.*

НОКОД, Нижний Новгород

Контактное лицо: Дерябин Роман Александрович, г. Нижний Новгород, ООО НОКОД, +79103987540, [rderyabin@nood.ru](mailto:rderyabin@nood.ru)

**Цель работы.** Оценить первые результаты эндоваскулярных вмешательств на бронхиальных артериях при лечении рака легкого, осложненного кровохарканием.

**Материалы и методы.** За период с июля 2018 по сентябрь 2021 в ГБУЗ НО «НОКОД» было пролечено 38 пациентов с раком легкого осложненных кровохарканием. Мужчин было 37, женщин - 1. Средний возраст составил 64 года (от 39 до 83 лет). Гистология: аденокарцинома - 7 (18%), плоскоклеточный немелкоклеточный рак - 30 (79%), мелкоклеточный рак - 1 (3%). Локализация: центральный рак - 35 (92%), периферический - 3 (8%). Распределение по стадиям: IA – 1 (3%), IB – 2 (5%), IIA – 1 (3%), IIB – 6 (16%), IIIA – 10 (26%), IIIB – 11 (29%), IIIC – 2 (5%), IV – 5 (13%). Анемия средней степени отмечена у 4 (10%), легкой – 15 (40%), без анемии - 19 (50%). Сопутствующая патология: сахарный диабет - 4 (11%), ИБС, ПИКС – 9 (24%).

Операции выполнялись под местной анестезией. Доступ осуществлялся через бедренную или плечевую артерию. Использовались катетеры C3/Sim2 5F + мк. катетер, мк. проводник. Эмболизация выполнялась микросферами или частицами PVA 300-500  $\mu\text{m}$ . Для химиоинфузии использовали Цисплатин 75 мг/м<sup>2</sup> в/а или Карбоплатин AUC5 в/а + Паклитаксел 200 мг/м<sup>2</sup> в/в. Гемостаз: давящая повязка или зашивающее устройство.

Данным 38 пациентам выполнено 57 операций (от 1 до 3 операций на 1 пациента: 1 опер. – 24 больных; 2 опер. – 11 больных; 3 опер. – 3 больных). Только эмболизация – 4 операции; химиоинфузия+эмболизация – 44 операции (цисплатин – 27, карбоплатин – 17); химиоинфузия+эмболизация+лучевая терапия: 9 операций.

**Результаты:** Эффективность гемостаза была достигнута в 100% случаев. Рецидивы кровохаркания: в течение 1 месяца у 8 (21%) пациентов, в отдаленном периоде у 4 (11%). Госпитальной летальности не было. Летальность за период исследования: составила 21 (55%) пациентов (в сроки от 1 до 26 мес.), из них 2 пациента погибло от COVID-19 (через 3 и 5 мес. после операции). Живы 17 (45%) пациентов (в сроки от 1 до 39 мес.). 6-месячная выживаемость составила 54% (15 из 28 пациентов), 1-годичная выживаемость – 20% (5 из 25 пациентов).

Продолжить специфическое противоопухолевое лечение удалось у 30 (79%) пациентов. Радикальная операция выполнена 1 пациенту (T2bN2M0, IIIA он жив, наблюдается 39 мес). Лучевая терапия проведена 1 пациенту (умер через 8 мес.). Химиолучевая терапия проведена 8 (21%) пациентам: живы 5 (наблюдаются от 4 до 38 мес.), умерли 3 (в период от 3 до 6 мес.). Системная химиотерапия продолжена у 17 (45%) пациентов: живы 8 (наблюдаются от 2 до 6 мес.), умерли 9 (в период от 1 до 26 мес.). Иммунотерапия продолжена у 3 (8%) пациентов (они живы, наблюдаются в течении 1, 3 и 21 мес). Не удалось продолжить какое-либо специфическое лечение только лишь: 8 (21%) пациентам.

**Выводы:** Рентгеноэндоваскулярные вмешательства на бронхиальных артериях при раке легкого, осложненного кровохарканием, показали свою эффективность и безопасность. Они улучшают результаты лечения рака легкого, делая возможным продолжение специализированного противоопухолевого лечения.

## Методы радионуклидной диагностики в локализации сторожевых лимфатических узлов у пациентов с меланомой

*Николаева Е.А., Крылов А.С., Рыжков А.Д.*

НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, Москва

*Контактное лицо:* Николаева Екатерина Андреевна, г. Москва, НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, +79163627456, [nikoka1901@gmail.com](mailto:nikoka1901@gmail.com)

**Цель работы.** Оценить роль методов радионуклидной диагностики: планарной лимфосцинтиграфии и ОФЭКТ (в т.ч. гибридной визуализации ОФЭКТ/КТ) в локализации сторожевого лимфатического узла (СЛУ) у пациентов с меланомой.

**Материалы и методы.** С ноября 2017 г. по ноябрь 2020 г. планарная и ОФЭКТ (в т.ч. гибридная ОФЭКТ / КТ) лимфосцинтиграфия с низкой дозой были выполнены 259 пациентам с диагностированной меланомой кожи различной локализации и стадирования (T1-T4b AJCC).

**Результаты:** При локализации меланомы в области спины (n=78) СЛУ чаще обнаруживаются в аксиллярной области (62%), при области нижней конечности (n=57) – паховой (88%), при области верхних конечностей (n=43) – аксиллярной (61%) и подмышечной (35%), при области головы (n=29) затронуты поднижнечелюстные (46%) и шейные (42%) лимфоузлы, при локализации первичной опухоли в брюшной области (n=20) СЛУ чаще в аксиллярной области (45%), при пояснично-крестцовой (n=20) – паховой (67%), если в грудной области (n=12), то СЛУ чаще в аксиллярной (67%). У 21 пациента СЛУ представляли множественный бассейн.

Сравнивались возможности этих двух методов визуализации СЛУ. СЛУ были обнаружены при планарной лимфосцинтиграфии у 244 (93,3%) пациентов, а у 15 (5,7%) выявить СЛУ не удалось, при этом 5 из них по результатам гистологического исследования оказались истинно отрицательными. По результатам ОФЭКТ (в т.ч. ОФЭКТ/КТ) СЛУ обнаружены у 258 (99,6%), при этом 4 оказались ложноположительными. Планарная визуализация идентифицировала 444 СЛУ у 243 (93,8%) пациентов, в среднем  $1,7 \pm 1,0$  (диапазон 0-6 узлов) на пациента. На изображениях ОФЭКТ (в т.ч. ОФЭКТ/КТ) 591 СЛУ обнаружен у 254 (98%) пациентов со средним значением  $2,3 \pm 1,3$  (диапазон 0-9) узлов на пациента, так же у 22 пациентов обнаружены дополнительные зоны, которые не были визуализированы при планарном исследовании.

**Выводы:** У некоторых пациентов с меланомой кожи ОФЭКТ (в т.ч. ОФЭКТ/КТ) улучшает детекцию сторожевых лимфатических узлов, позволяя отображать узлы, не видимые на планарных сцинтиграммах, поэтому это исследование рекомендуется для рутинного использования в дополнение к обычной лимфосцинтиграфии, особенно у пациентов с избыточной массой тела или при локализации опухоли в области головы и шеи.

## Сравнительное исследование результатов анализа данных цифровой маммографии системы на основе искусственного интеллекта «Цельс» и врачей-рентгенологов

*Павлович П.И., Бронов О.Ю., Абович Ю.А., Капнинский А.А., Рычагова Н.И.*

ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова», Москва

*Контактное лицо:* Павлович Павел Игоревич, г. Москва, ФГБУ НМХЦ им. Н.И.

Пирогова, телефон +79032933734, [pabloneyda@mail.ru](mailto:pabloneyda@mail.ru)

**Цель работы.** Оценить эффективность использования системы анализа маммологических изображений «Цельс», использующей технологии искусственного интеллекта, для обнаружения злокачественных новообразований молочной железы при проведении скрининговых маммографических исследований. Определить дополнительные сценарии использования для системы на основе искусственного интеллекта.

**Материалы и методы.** Ретроспективное когортное исследование, выполненное на группе пациентов, проходивших скрининг в НМХЦ имени Н.И. Пирогова в период с 01.10.2017 по 01.10.2020. Размер выборки составил 49 человек. Условием включения являлись верифицированный гистологически диагноз злокачественного новообразования и установленная стадия по стандартизированной шкале оценки результатов маммографии по степени риска наличия злокачественных образований молочной железы BI-RADS (Breast Imaging-Reporting and Data System — шкала отчётов и данных при визуализации груди, рекомендуемая American College of Radiology — ACR), равная 6.

**Результаты:** Системы анализа медицинских изображений в настоящее время бурно развиваются, и самое первое и логичное их применение — это использование в скрининговых целях. Маммографический скрининг имеет важное как социальное, так и экономическое значение. Повсеместное внедрение цифровой маммографии в сочетании с сервисами на основе технологий искусственного интеллекта может повысить количество исследуемых пациентов с одновременным повышением точности выявления злокачественных поражений. Сравнительное исследование результатов анализа данных цифровой маммографии системы на основе искусственного интеллекта «Цельс» и врачей-рентгенологов Пироговского центра продемонстрировало высокую чувствительность метода (злокачественные образования были определены в 45 случаях из 49, что составляет 92%). Сравнение данных, полученных от системы ИИ «Цельс» и двух врачей-рентгенологов, представлены в табл. 2 (см. раздел «Дополнительные данные»). Сравнительный клинический разбор наиболее сложных для диагностирования случаев показал, что визуализация результатов, автоматическая классификация обнаруженных артефактов являются полезными для совместного анализа врачами разной квалификации, а также позволяют быстро подготовить предварительные материалы для контроля работы врачей со стороны руководства отделения.

**Выводы:** Система на основе искусственного интеллекта «Цельс» показала высокую результативность в обнаружении злокачественных новообразований молочных желез при скрининговом исследовании. Дополнительными сценариями использования технологий искусственного интеллекта в деятельности рентгенологических отделений могут стать создание специализированного обучающего и тестирующего сервиса для подготовки и повышения квалификации врачей-рентгенологов; аудит и контроль выполняемых описаний маммограмм со стороны заведующего отделением, и в перспективе создание целостной системы контроля качества рентгенологического отделения. Технологии искусственного интеллекта имеют большой потенциал в обнаружении злокачественных новообразований и могут быть эффективным помощником принятия решений для врачей-рентгенологов, занимающихся маммографией и имеющих разный опыт работы в данной специальности.

## **Методология проведения клинических испытаний медицинского программного обеспечения с искусственным интеллектом в России**

*Зинченко В.В., Ахмад Е.С., Заюнчковский С.Ю., Шарова Д.Е., Владимирский А.В., Морозов С.П.*

НПКЦ ДиТ ДЗМ, Москва

*Контактное лицо:* Зинченко Виктория Валерьевна, г. Москва, НПКЦ ДиТ ДЗМ,  
+79774160020, [z1315@mail.ru](mailto:z1315@mail.ru)

**Цель работы.** Разработка методологии проведения клинических испытаний медицинского программного обеспечения с искусственным интеллектом в России, применимой для любых видов МПО с ИИ – в том числе для тех, которые нацелены на определение очагов, образований и тд.

**Материалы и методы.** В ходе процесса клинических испытаний должна быть проведена оценка клинической связи – необходимо подтвердить наличие взаимосвязи между выходными данными МПО с ИИ и его назначением, а также проведена оценка эффективности и безопасности (клиническая валидация) – подтверждение способности МПО с ИИ выдавать клинически значимые выходные результаты, связанные с целевым использованием выходных данных в ходе клинической практики. При этом важно отметить, что клиническая валидация проводится с использованием наборов данных, т.е. ретроспективно подбираются исследования в выборку (набор данных) согласно целевой популяции и распространенности. Основными показателями эффективности являются точность, чувствительность, специфичность и тп.

**Результаты:** Клинические испытания дают возможность продемонстрировать, что МПО с ИИ способно выдавать клинически значимый результат. Проведение подобных тестирований необходимо для любых видов МПО с ИИ, в том числе не оказывающих непосредственного воздействия на пациентов и медицинский персонал, т.к. согласно Постановлению Президента МПО с ИИ относится к высокому классу риска и должно строго контролироваться со стороны надзорных органов.

**Выводы:** МПО с ИИ для врачей представляет важный инструмент в помощи с поддержкой принятия решений, но при условии качественной проверки и тестирований – чтобы с уверенностью доверять результату.

## **Применение компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике объемных образований сердца**

*Музаффар М.Ф., Икрамов А.И., Джураева Н.М., Абдухалимова Х.В., Максудова З.А.*

Центр развития профессиональных навыков медицинских работников при Мз РУз,  
Ташкент

*Контактное лицо:* Музаффар Максудов Фатхуллаевич, г. Ташкент, Центр развития профессиональных навыков медицинских работников при Мз РУз, телефон +998 90-907-5581, [dr.mfmaksudov@gmail.com](mailto:dr.mfmaksudov@gmail.com)

**Цель работы.** Проанализировать собственный опыт дифференциальной диагностики опухолей сердца с использованием многосрезовой спиральной компьютерной (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ).

**Материалы и методы.** За период 2011-2019 гг. в отделении радиологии СП ООО «Fedorovich Klinikasi» обследованы 354 пациентов с ишемическим поражением сердца. МСКТ сердца и магистральных сосудов выполнено 225 пациентам, МРТ – 184, оба метода выполнены у 55 пациентов. Возраст пациентов варьировал в пределах от 5 месяцев до 69 лет (средний возраст 27,2 лет). Мужчин было 200 (56,5%), женщин - 154 (43,5%). Исследование проводили на 64- и 256-срезовых КТ-сканерах, МРТ выполняли на томографе с напряженностью магнитного поля 3 Тесла. Как при МСКТ, так и при МРТ внутривенно болюсно вводили контрастирующие средства при помощи автоматического инжектора.

**Результаты:** Первичные опухоли сердца были выявлены у 10 (2,8% - 10/354) пациентов. Прорастание злокачественных новообразований в сердце отмечено у 5 (1,4%) пациентов. Тромбы в полостях сердца обнаружены в 7 (2%) случаях. Большую часть первичных опухолей составили миксомы - 6 (60% - 6/10) случаев, располагающиеся в полости левого предсердия в 2 наблюдениях, в области митрального клапана - у 1 пациента, в правом предсердии - у 2 и в правом желудочке - у 1 пациента. Гиподенсивные при нативном исследовании миксомы на контрастных КТ изображениях проявлялись как внутрисполостные дефекты заполнения с гетерогенным контрастным усилением. МР-сигнальные характеристики являлись слабогипоинтенсивными на T1-ВИ, гиперинтенсивными на T2-ВИ. Липомы сердца были выявлены у 2 (20% - 2/10) пациентов, имели характерные жировой ткани КТ плотность и МР-сигнальные характеристики. По одному случаю были обнаружены папиллярная фиброэластома аортального клапана и рабдомиома правого желудочка сердца.

**Выводы:** Комплексное применение МСКТ и МРТ сердца предоставляет полезную анатомическую и функциональную информацию при оценке объемных образований сердца, обеспечивая точную картину заболевания, позволяя оценить локализацию и структуру опухоли, состояние не пораженных опухолью камер сердца. Из-за высокого контрастного разрешения, способности оценки тканевых характеристик, МРТ является незаменимой методикой в диагностике опухолей сердца. МСКТ позволяет выявить кальцинаты, определить распространение процесса на легкие и выявить отдаленные метастазы.

## **Лучевая терапия рака молочной железы после онкопластических операций. Опыт клиники LISOD**

*Соколовская М.В., А.Э. Федосов, Е.В. Гордеева, И.В. Мирошниченко, И.Н. Репецкая, Г.Б. Бернштейн*

LISOD - Больница израильской онкологии, Киев

*Контактное лицо:* Соколовская Марина Вячеславовна, г. Киев, LISOD - Больница израильской онкологии, телефон +380 (50) 934-60-99, [Maris\\_a@ukr.net](mailto:Maris_a@ukr.net)

**Цель работы.** осветить особенности облучения после онкопластической хирургии (ОПХ) по поводу РМЖ ранних стадий и ознакомить с тактикой радиотерапии в клинике LISOD.

**Материалы и методы.** ОПХ базируется на принципах радикальности и пластической хирургии, а последняя обуславливает отказ от использования доступов над опухолью с предпочтением контурных доступов в менее заметных местах. Первичная локализация опухоли часто не соответствует расположению послеоперационного рубца. Поэтому интраоперационная разметка ЛО с помощью титановых клипс является необходимым

условием для адекватного планирования адъювантной лучевой терапии (ЛТ) и возможности проводить облучение ЛО - буста.

Разнообразие приемов реконструкции формы МЖ, применяемых хирургами клиники LISOD, зависит от соотношения размера опухоли к размеру железы и достаточного количества собственной ткани груди для замещения сложившегося дефекта. Согласно виду оперативного вмешательства и клинических задач в адъювантном периоде выбирается и режим фракционирования ЛТ: классический (РОД = 2,0 Гр, в СОД = 50,0 Гр за 25 фракций) или гипофракционный (РОД = 2,66 Гр за 15 фракций в СОД = 40,0 Гр) с последующим облучением буста в СОД 10-16 Гр.

**Результаты:** В случае выполнения онкопластических операций (ОПО) лоскутами (пластика по Рибейро, LICAP-лоскутом и др.), расширяющих зону ложа опухоли или при отсутствии маркировки клипсами, локальное его выделение затруднено. Для адекватного охвата суммарной дозой заданного объема и избежания нарушения питания лоскута, его некроза или отторжения целесообразно щадящий режим фракционирования (РОД = 1,8 Гр, СОД 50,4 Гр/28 фракций). Данный режим может быть подведен как на всю МЖ (без добавления буста) так и на зоны регионарного лимфооттока и возможен у пациенток с различными факторами риска развития как острой так и поздней токсичности (большой объем МЖ, диабет, курение) – когда следует быть осторожными во время лечения.

**Выводы:** Тактика адъювантного облучения при РМЖ ранних стадий заключается в выборе режима фракционирования всей МЖ и определении возможности дальнейшего облучения ЛО, что обусловлено видом ОПО.

### **Особенности лучевой диагностики лимфом на раннем этапе у пациентов с коронавирусной инфекцией (клинические примеры)**

*Морозова Т.Г., Гельт Т.Д.*

ФГБОУ «ВО СГМУ» Минздрава России, Смоленск

*Контактное лицо:* Морозова Татьяна Геннадьевна, г. Смоленск, ФГБОУ ВО СГМУ  
Минздрава России, +79303047168, [t.g.morozova@yandex.ru](mailto:t.g.morozova@yandex.ru)

**Цель работы.** Оценить возможности лучевых методов исследования в дифференциальной диагностике лимфом и новой коронавирусной инфекции.

**Материалы и методы.** Обследовано 2 пациента, имевших клиническую картину новой коронавирусной инфекции. Всем пациентам были проведены мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) органов грудной клетки, МРТ (магнитно-резонансную томографию) с контрастным усилением (КУ) органов брюшной полости.

**Результаты:** Пациент №1, 40 лет, при поступлении предъявлял жалобы на лихорадку до 39°C, появившуюся около 3 -х недель, повышенную утомляемость, слабость, заложенность в грудной клетке, интенсивный сухой кашель; положительный ПЦР тест на COVID-19. При первичном МСКТ органов грудной клетки помимо изменений, характерных для вирусной пневмонии (КТ-1), обнаружено в переднем средостении объемное образование гетерогенной структуры, содержащее зоны некроза (ранее до момента госпитализации в стационар МСКТ не проводилось). После проведенного гистологического исследования материала был выставлен диагноз В-крупноклеточной лимфомы средостения.

Пациентка №2, 45 лет, в течение недели предъявляла неспецифичные жалобы на лихорадку до 38°C, боль в горле, неинтенсивный сухой кашель, дополнительно при

пальпаторном обследовании наблюдалось безболезненное двухстороннее увеличение лимфатических узлов подчелюстной, шейно-надключичной областей. Несмотря на проводимую противовирусную, дезинтоксикационную, антибактериальную терапию, в течение 3-х недель сохранялись периодические подъемы температуры тела до 38°C в вечернее время, слабость, безболезненное увеличение лимфатических узлов шеи, появились боли в поясничном отделе позвоночника. ПЦР тест на COVID-19 и вирус Эпштейна - Барра - отрицательные. При проведении МСКТ органов грудной клетки: без патологических изменений. При проведении МРТ брюшной полости с КУ: МР-признаки гепатоспленомегалии с наличием множественных очаговых образований в печени и селезенки, признаки лимфаденопатии (увеличение лимфоузлов в воротах селезенки, печени, в парааортальной области с низким значением измеряемого коэффициента диффузии по данным диффузионно-взвешенных изображений). Дополнительное проведение МРТ поясничного отдела позвоночника выявило в режиме T1 снижение сигнала от тел поясничных позвонков по сравнению с межпозвонковыми дисками, что также могло свидетельствовать о замещении костного мозга злокачественным образованием связанным с гемопоэзом. После эксцизионной биопсии лимфатического узла подчелюстной области был установлен диагноз лимфомы Ходжкина.

**Выводы:** В настоящее время целый ряд заболеваний может протекать под «маской» COVID-инфекции. В период эпидемии COVID-19 особые затруднения может вызывать диагностика лимпролиферативных заболеваний на ранней стадии развития болезни в связи с неспецифичностью и схожестью их клинической картины.

Несмотря на то, что МСКТ, МРТ применяются в основном для стадирования уже установленного диагноза лимфомы, данные методы могут быть использованы и в качестве первичного средства диагностики.

## **Методы сегментации метаболического объема опухоли у больных злокачественными лимфомами**

*Виноградова Ю.Н., Глостанова М.С., Иванова А.А., Ильин Н.В.*

ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова», Санкт-Петербург

*Контактное лицо:* Виноградова Юлия Николаевна, г. Санкт-Петербург, ФГБУ РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова, +79516704090, [winogradova68@mail.ru](mailto:winogradova68@mail.ru)

**Цель работы.** Сравнительный анализ методов сегментации метаболического объема опухоли (metabolic tumor volume-MTV) при ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у больных злокачественными лимфомами.

**Материалы и методы.** Анализ результатов исходной (до лечения) ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ проведен у 21 пациента с морфологически подтвержденным диагнозом злокачественной лимфомы. Протокол сканирования включал топограмму, компьютерную томографию (КТ) для коррекции аттенуации, позитронно-эмиссионную томографию, КТ органов грудной клетки с контрастным усилением в артериальную фазу. Исследования выполнялись с помощью единой методики. Значение объема опухоли (tumor volume, TV), установленное при постконтрастной КТ (КТTV), считалось эталонным. При измерении MTV добивались соотношения 1:1 между значениями КТTV и MTV. При совпадении анатомических и метаболических границ опухоли значения MTV признавались истинными (MTVистин). При смещении контура очага от истинных его границ по направлению к центру опухоли показатель MTV признавался врачами-экспертами заниженным (MTVзанижен), кнаружи - завышенным (MTVзавышен). Измерение MTV выполнялось в пределах выделенной

области интереса (volume of interest-VOI) с применением 12–13 пороговых значений. Общее число измерений MTV составило 254. Построение контура опухоли с помощью относительных пороговых показателей проводилось вокруг максимального значения стандартизованного показателя захвата (Standardized Uptake Value - SUV<sub>макс</sub>) радиофармпрепарата (РФП), зарегистрированного в опухоли и интактной ткани печени. Использовались VOI 10%–50% от SUV<sub>макс</sub> в опухоли (VOI10%–50%), а также относительный пороговый показатель, рассчитанный как  $1,5 \times \text{SUV}_{\text{сред}}$  в печени + 2 стандартных отклонения (VOI<sub>PERCIST</sub>). Дополнительно сегментация MTV проводилась с использованием абсолютного порогового значения SUV<sub>макс</sub>  $\geq 2,5$  (VOI<sub>2,5</sub>) и расчетных абсолютных и относительных пороговых показателей, полученных при использовании инструмента «авто-контур» (VOI<sub>авто-контур</sub>). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения MedCalc v. 19.2.0. Вычисляли медиану (M), межквартильный размах в пределах 25% и 75% перцентилей, среднюю арифметическую величину (m), среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ). Значимость различий между показателями определяли с помощью критерия Вилкоксона. Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимали равным 0,05. Для изучения взаимосвязи между переменными вычисляли коэффициент корреляции Спирмена ( $\rho$ ).

**Результаты:** При КТ размеры очагов варьировали от 24 до 241 мм,  $m=103,4 \pm 62,3$ ,  $M=93$  (48,5–155,5). В 15 (71,4%) очагах определялись гиподенсные участки некроза. При ПЭТ в проекции всех очагов визуализировалась гиперфиксация РФП различной степени интенсивности. Значения SUV<sub>макс</sub> в опухолях варьировали от 5,8 до 30,5,  $M=20,4$  (17,3–23,2). Значимой корреляционной зависимости между размерами очагов и SUV<sub>макс</sub> не обнаружено ( $\rho=0,17$ ,  $p=0,4744$ ). По мере увеличения абсолютных и относительных пороговых показателей наблюдалось уменьшение медианных значений MTV ( $p < 0,0001$ ). Выявленная динамика подтверждалась наличием обратной умеренной и слабой корреляционной зависимости между этими переменными ( $\rho = -0,27$ ,  $p < 0,0001$  и  $\rho = -0,35$ ,  $p < 0,0001$  соответственно). Пороговые уровни SUV при VOI<sub>PERCIST</sub>, VOI<sub>авто-контур</sub>, VOI<sub>2,5</sub>, а также VOI10%, VOI15% и VOI20% достоверно не отличались ( $p > 0,05$ ). При регистрации MTV занижены пороговые показатели были достоверно выше, чем при MTV истин ( $p < 0,0001$ ).  $\Delta \text{MTV}$  при занижении объемного параметра составила 43,3 см<sup>3</sup> (25,3–61,3). При MTV<sub>завышен</sub> пороговые показатели существенно не отличались ( $p > 0,05$ ) от порогов отсечения при MTV<sub>истин</sub>, а значение  $\Delta \text{MTV}$  составило 25,8 см<sup>3</sup> (5,3–74,8). Наилучшая точность при измерении MTV наблюдалась при применении нескольких пороговых показателей: VOI<sub>PERCIST</sub>, VOI<sub>2,5</sub>, VOI<sub>авто-контур</sub>, а также VOI10%, VOI15% и VOI20%. Оптимальными абсолютными пороговыми показателями стали значения SUV из интервала от 2 до 3, а относительными – в диапазоне от 10% до 20% от SUV<sub>макс</sub> в опухоли. Недооценка MTV чаще определялась при использовании относительных индексов отсечения в диапазоне 25%–50% и пороговых значениях SUV  $\geq 5,3$ .

**Выводы:** Полученные результаты показали, что использование единственного порогового значения для сегментации MTV у больных злокачественными лимфомами, не целесообразно. Выбор метода измерения MTV должен осуществляться индивидуально для каждого очага в отдельности, с учетом его формы, размеров и структуры, а также интенсивности и однородности поглощения РФП в опухоли и соседних анатомических структурах.

## **Оценка возможностей использования деформируемой регистрации изображений для применения в адаптивной лучевой терапии**

*Лисовская А.О., Попова А.В., Нечеснюк А.В., Беляев В.Н., Логинова А.А.*

НМИЦ «ДГОИ им. Д. Рогачева», Москва

*Контактное лицо:* Лисовская Анастасия Олеговна, г. Москва, НМИЦ ДГОИ им. Д. Рогачева, телефон +79031388756, [nastyal95@mail.ru](mailto:nastyal95@mail.ru)

**Цель работы.** При проведении длительного курса лучевой терапии может возникнуть необходимость пересчета существующего плана пациента из-за возникших в ходе лечения изменений анатомии пациента, значительного роста или регрессии опухоли. В этом случае для проведения адаптивной лучевой терапии (АЛТ) нужно получить новый, актуальный набор изображений пациента. Для ускорения технологического процесса АЛТ в качестве изображений для перепланирования используют изображения конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), полученные при регулярной верификации положения пациента перед началом лечения.

Однако изображения КЛКТ обладают целым рядом недостатков – ограниченная область сканирования, недостаточное качество изображений, различного рода артефакты. В связи с этим для целей АЛТ предлагается использовать синтетические изображения, полученные путем деформации планировочных КТ в соответствии с актуальными изображениями КЛКТ (синКТ). Для проверки эффективности этого способа было проведено фантомное исследование, целью которого является сравнение дозовых распределений при использовании референсных КТ-изображений и синКТ.

**Материалы и методы.** Фантом Freddie высотой 14 см, шириной 17 см и длиной 110 см использовался для имитации пациента малого размера, фантом Freepoint высотой 20 см, шириной 30 см и длиной также 30 см использовался для имитации пациента большого размера. Для проведения работы фантомы были деформированы, отсканированы, на полученных изображениях были рассчитаны планы. Деформируемая регистрация КТ-изображений и КЛКТ-изображений, а также сравнение полученных дозовых распределений проводились с помощью программного обеспечения MIM Maestro (MIM Software Inc., Клевланд, Огайо, США).

**Результаты:** Были созданы синтетические изображения путем регистрации КТ-изображений с изображениями КЛКТ для двух исследуемых размеров фантомов.

Результаты сравнения дозовых распределений в фантомах при использовании референсных и синКТ-изображений показали, что данный метод может быть использован для оценки дозиметрических эффектов, вызванных изменениями анатомии пациентов.

Были установлены наиболее значимые факторы анатомических изменений, способные отрицательно повлиять на пересчет дозы.

**Выводы:** Успешное проведение адаптивной лучевой терапии зависит от множества факторов. Использование синКТ-изображений может обеспечить приемлемое качество оценки изменения анатомии пациента и ускорить процесс принятия решений о необходимости АЛТ.

## Применение МСКТ в дифференциации доброкачественных и злокачественных опухолей головы и шеи

*Ходжибекова Ю.М., Ходжибеков М.Х., Ахмедов Б.Р.*

ТГСИ, Ташкент

*Контактное лицо:* Ходжибекова Юлдуз Маратовна, г. Ташкент, ТГСИ, телефон +998909283021, [yulduz.khodjibekova@mail.ru](mailto:yulduz.khodjibekova@mail.ru)

**Цель работы.** Определение роли и места МСКТ в дифференциации доброкачественных и злокачественных опухолей головы и шеи.

**Материалы и методы.** В анализ включены 178 больных с опухолями головы и шеи, у которых МСКТ исследование было выполнено в ходе обследования до начала лечения. Среди них 51 больных с доброкачественными опухолями, 127 больных со злокачественными опухолями с локализацией в области головы и шеи.

**Результаты:** По данным исследования, размеры доброкачественных и злокачественных опухолей головы и шеи могут значительно варьировать, и хотя измеренных на КТ изображениях средний размер злокачественных опухолей был достоверно больше, чем доброкачественных,  $45,4 \pm 1,87$  против  $19,9 \pm 3,02$  ( $p < 0,01$ ), этот признак мы сочли нецелесообразным для дифференциально-диагностических целей из-за ограниченной специфичности, т.к. величина образования в максимальном измерении при доброкачественных опухолях могла достигать в отдельных случаях 84-88 мм, как и при злокачественных опухолях. При доброкачественных опухолях форма образования на КТ-изображениях была, как правило, правильной округлой, овальной или дольчатой, а контуры четкими, прослеживаемыми по всему периметру образования. Для злокачественных опухолей, характерным оказалась неправильная форма и нечеткость контуров по большей части периметра опухоли. Негомогенность КТ-изображения опухоли, часто наблюдалась и при доброкачественных и злокачественных опухолях головы и шеи – 23,3% и 44,9%, соответственно. Специфичными для злокачественных опухолей оказались такие КТ-признаки, как инвазия опухоли в смежные структуры, лимфаденопатия и периневральное распространение.

**Выводы:** Таким образом, наиболее часто встречаемыми КТ-признаками злокачественных опухолей головы и шеи оказались неправильная форма и нечеткость контуров визуализируемых образований – 89,8% и 74, 2%, соответственно. Для доброкачественных опухолей, в отличие от злокачественных опухолей характерными на КТ-изображениях признаками были правильная форма и четкие, хорошо определяемые контуры – 81,4% и 93,0%, соответственно. Общая чувствительность МСКТ составила  $66,7 \pm 9,0\%$ , специфичность  $87,6 \pm 3,5\%$ .

## Исследование стабильности во времени дозиметрических параметров системы протонной терапии в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России

*Киселев В.А., Демидова А.М., Устимова Е.Н., Удалов Ю.Д., Слобина Е.Л.*

ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, Димитровград

*Контактное лицо:* Киселев Василий Алексеевич, г. Димитровград, ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, +79878524868, [kiselevva@fvcmrfmba.ru](mailto:kiselevva@fvcmrfmba.ru)

**Цель работы.** Определение диапазонов колебания дозиметрических параметров системы протонной терапии (ПТ) для уточнения допустимых предельных отклонений.

**Материалы и методы.** Основой для программы гарантии качества системы ПТ в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России является доклад американской ассоциации физиков в медицине ААРМ TG-224, согласно которому упоминается, что программа гарантии качества является живым, адаптивным документом, который необходимо уточнять, корректировать и оптимизировать исходя из особенностей используемой системы ПТ и доступного дозиметрического оборудования.

После организации проверок в рамках программы ежедневной гарантии качества в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России появилась возможность в автоматическом режиме собирать данные об анализируемых параметрах системы ПТ для последующего анализа. Было решено исследовать стабильность во времени дозиметрических параметров системы ПТ для определения диапазонов колебания дозиметрических параметров системы ПТ, что позволит уточнить допустимые пределы отклонений этих параметров.

**Результаты:** Проведено исследование стабильности следующих параметров: коллинеарность рентгеновской и протонной систем, координата спота, размер спота, а также параметры, относящиеся к постоянству выбора энергии протонного пучка. В результате исследования было обнаружено, что значения коллинеарности, размера спота и параметров, относящихся к постоянству выбора энергии протонного пучка, колеблются в значительно меньших диапазонах, по сравнению с предложенными в TG-224.

**Выводы:** В результате исследования получен результат, который позволит пересмотреть подход к планированию протонной терапии в ФГБУ «ФНКЦРиО» ФМБА России, в частности, к выбору отступов RTV, а также предложены новые уточненные допуски предельных отклонений параметров, анализируемых в рамках ежедневной гарантии качества системы ПТ.

## Выявление прогрессирования глиом 3-4 Grade на фоне псевдоответа

*Смирнова А.В., Лукина О.В., Анишкин М.Ю., Ткачев А.М., Кузьмин А.В.*

МИБС, Санкт-Петербург

*Контактное лицо:* Смирнова Алина Вячеславовна, г. Санкт-Петербург, МИБС, телефон +79650213487, [smirnova\\_alina@bk.ru](mailto:smirnova_alina@bk.ru)

**Цель работы.** Выявить и оценить первые признаки рецидива глиом 3-4 Gr после различных видов лучевой терапии на фоне ХТ с применением антиангиогенной терапии.

**Материалы и методы.** За период с 2016 г. по 2021 г. в исследовании приняли участие 93 пациента с рецидивами глиом III-IV Gr в возрасте 24-72 лет (средний возраст 49 лет) после различных видов лучевой терапии на фоне химиотерапии и с применением

бевацизумаба. В ходе исследования были оценены постконтрастные изменения опухолей, их изменения на T2 WI, T2 FLAIR, PWI. ПЭТ с <sup>11</sup>C-метионином или <sup>18</sup>F-фторэтилтирозином выполнялась перед радиотерапией и затем каждые 4-6 месяцев. Исследования проводились на 1,5 Т и 3,0 Т томографах с использованием T13D до и после контрастирования, T2 tra 2 мм, flair tra 1-3 мм, T2 cor 2 мм, DWI, спектроскопии на область интереса. Постпроцессинг осуществлялся с использованием рабочей станции SINGO.VIA с помощью технологических процессов: neuro 3d, MM oncology, MR neurology

**Результаты:** Стандартными лечебными процедурами у больных с глиальными опухолями III-IV Gr в настоящее время являются хирургия, радиотерапия, химиотерапия, а также применение антиангиогенной терапии при определённых показаниях. Анти-VEGF препараты вызывают эффект псевдоответа, на фоне которого выявление прогрессирования является сложной задачей. Мы, в свою очередь, опираясь на имеющиеся клинические данные своей работы, выявили тенденции возникновения рецидивов с учётом T2/Flair, в зависимости от сроков после проведения ЛТ и плана распределения доз (GTV - Gross Tumor Volume) при лучевой терапии. Выявлено, что прогрессирование фиксировалось в 93% случаев по наружному контуру зоны GTV, начиная с 12 месяца от проведения ЛТ. Причём, первые признаки продолженного роста в 96,8% всех случаев были в виде увеличения размеров зоны по T2/flair, без убедительного повышения захвата РФП (ИН метионина и TBR тирозина не более 1,4). В эти же ранние сроки на T1WI с контрастированием и PWI не отмечалось ни признаков патологического усиления МР сигнала, ни повышения значений CBV, CBF. Хотя при последующих наблюдениях ИН метионина и TBR тирозина имели более высокие значения (от 1,8 до 4,0) и отмечалось невыраженное контрастирование и нарастание CBV в зоне “нового” гиперинтенсивного на T2/flair участка. В 7% случаев прогрессирование было внутри зоны GTV, выявлялось по данным ПЭТ в сроки от 18 месяцев и на фоне большого остаточного объёма опухоли.

**Выводы:** Глиомы высокой степени злокачественности характеризуются неуклонным прогрессированием. На фоне антиангиогенной терапии первые признаки продолженного роста, рецидива новообразования в подавляющем большинстве случаев выявляются на T2/flair, без убедительного повышения значений CBV, CBF, ИН метионина, TBR тирозина, которые, в последующем, также имеют тенденцию к нарастанию. Для выявления продолженного роста опухоли необходимо учитывать все имеющиеся диагностические и клинические данные, в т.ч. и дозиметрический план при проведении лучевой терапии, чтобы как можно раньше начать противорецидивную терапию.

## Преимущества T1-space протокола при сканировании головного мозга. Особенности метода. Область применения

*Смирнова А.В., Лаврентьева А.И., Лукина О.В., Ткачев А.М.*

МИБС, Санкт-Петербург

*Контактное лицо:* Смирнова Алина Вячеславовна, г. Санкт-Петербург, МИБС, +79650213487, [smirnova\\_alina@bk.ru](mailto:smirnova_alina@bk.ru)

**Цель работы.** Оценить возможности T1 space протокола при сканировании головного мозга в т.ч. и с целью предлучевой топометрии в рамках подготовки к проведению протонной ЛТ у детей.

**Материалы и методы.** За период с 2020 г. по 2021 г. в исследовании приняли участие 83 пациента в возрасте от 2 до 72 лет с новообразованиями головного мозга первичного и вторичного характера, которые были разделены на 4 группы: I) 7 пациентов с глиальными опухолями, II) 35 пациентов с метастатическим поражением головного мозга, III) 30 пациентов с лептоменингеальным метастазированием, IV) 11 пациентов с экстрааксиальными образованиями. Исследования проводились на томографах с напряжённостью магнитного поля 1,5 Т (Siemens Aera) и 3,0 Т (Siemens Skyra), с применением «конкурирующих» T13D SPACE и T13D MPRAGE протоколов до и после введения контрастного вещества. SPACE представляет собой трехмерную быструю SE-последовательность с переменным углом поворота рефокусированных импульсов, тем самым подавляя сигнал нормальной крови в сосудах головного мозга. На базе последовательности SPACE была создана программа с параметрами [TR/TE 500/8 ms, voxel size 1.0x1.0x1.0, bandwidth 630 Hz/Px], используемая в нашем исследовании. Постпроцессинг осуществлялся с использованием рабочей станции SINGO.VIA с помощью технологических процессов: neuro 3d, MM oncology.

**Результаты:** Визуальной особенностью T1 SPACE протокола, в отличие от T13D MPRAGE, является гипо- и аинтенсивный сигнал от магистральных сосудов венозного и артериального русла, как до, так и после введения контрастного вещества, что позволяет более чётко дифференцировать патологические изменения, локализующиеся по поверхности мозга. При анализе полученных постконтрастных протоколов было отмечена равная чувствительность и специфичность обоих протоколов сканирования в отношении пациентов с глиальными образованиями (I группа) и в отношении пациентов с mts поражением самого вещества головного мозга (II группа). Однако в отношении вторичного поражения лептоменингеального характера и экстрааксиальных образований чувствительность и специфичность методов различалась. При анализе III группы чувствительность и специфичность T1 SPACE составила 100%, при анализе T1 MPRAGE чувствительность была 69%, а специфичность 81%. В отношении IV группы чувствительность T1 SPACE составила 100%, при анализе T1 MPRAGE 87%, а специфичность 93%.

**Выводы:** Учитывая более высокую чувствительность и специфичность T1 SPACE протокола по сравнению с T13D MPRAGE программой в отношении выявления лептоменингеальных очагов вторичного генеза, а также при выявлении мелких экстрааксиальных образований рекомендовано его выполнение при подозрении на указанные состояния. Особенно актуальным применение данного протокола сканирования является при планировании протонной ЛТ у детей, имеющих в анамнезе такие заболевания как медуллобластома, анапластическая эпендимома, часто характеризующихся метастатическим распространением процесса по оболочкам головного и спинного мозга.

## **МР-диагностика пилоидной астроцитомы. Варианты визуализации доброкачественной опухоли и особенности дифференциальной диагностики**

*Плахотина Н.А., Смирнова А.В., Куплевацкая Д.И., Желудкова О.Г.*

Медицинский институт им. Березина Сергея, Санкт-Петербург

*Контактное лицо:* Плахотина Надежда Александровна, г. Санкт-Петербург, Медицинский институт им. Березина Сергея, +79217759677, [plahotinadezhda@gmail.com](mailto:plahotinadezhda@gmail.com)

**Цель работы.** Изучить закономерности МР-визуализации пилоидной астроцитомы (ПА) у детей, рассмотреть сложности дифференциальной диагностики, определить характерные признаки разных вариантов опухоли.

**Материалы и методы.** Проведен проспективный анализ результатов МРТ головного мозга у 35 детей в возрасте от 1 до 15 лет с диагнозом ПА, осложненная рецидивами и очагами отсева в головном и спинном мозге. Диагноз был подтвержден с помощью методов иммуногистохимии и молекулярной диагностики. Длительность наблюдений каждого пациента составила от 1-5 лет.

**Результаты:** В 77% случаев опухоль представляла собой плотный узел с кистами разного размера, четкими контурами и экспансивным ростом, при этом перифокальный отек был не выражен. Опухоль не ограничивала диффузию, но определялось выраженное усиление МР-сигнала на постконтрастных изображениях. Эти опухоли были локализованы в хиазмальной области (13 случаев), в задней черепной ямке (ЗЧЯ) (11 случаев), височных и теменных долях (7 случаев).

В 23% случаев ПА представляла собой диффузную опухоль с инфильтративным ростом, без ограничения диффузии и контрастного усиления, локализованная в области хиазмы и зрительных трактов.

При локализации опухоли в ЗЧЯ дифференциальный диагноз проводился с медуллобластомой, эпендимомой и гемангиобластомой. Основным отличием от них в морфологии ПА было наличие было очерченной опухоли кистозной структуры с контрастируемым пристеночным узлом, отсутствие ограничения диффузии в солидной части.

Отличием от диффузной глиомы ствола был экспансивный рост, опухоли занимали менее 50% площади ствола, с парастволовым распространением и компрессией прилежащих структур. Также были характерны четкие контуры, мелкие кистозные включения и повышение МР-сигнала от опухоли на постконтрастных изображениях.

В средней черепной ямке, хиазмально-селлярной области отличием от краниофарингиомы, герминогенно-клеточной опухоли и макроаденомы было супраселлярное расположение кистозно-солидной опухоли, четко дифференцируемой от ткани гипофиза.

**Выводы:** Характерная картина визуализации ПА позволяет уже на дооперационном этапе предположить соответствующий диагноз, однако большое количество возможных мутаций приводит к атипичным проявлениям, более агрессивному виду опухоли и ошибкам диагностики. При этом основными признаками являются структурные характеристики и локализация опухоли. Можно выделить два основных типа опухоли: кистозно-солидное узловое четко очерченное образование с экспансивным ростом локализующееся в ЗЧЯ, хиазмально-селлярной области, полушариях мозга и диффузную опухоль с инфильтративным ростом, распространяющуюся по ходу зрительных трактов. При этом критериями для дифференциальной диагностики от остальных опухолей со сходной МР-морфологией и локализацией будет отсутствие ограничения диффузии и выраженное повышение МР-сигнала на постконтрастных изображениях.

## **Рак in situ молочной железы - рентгенологические предикторы заболевания**

*Канахина Л.Б., Шерстнева Т.В., Ходорович О.С.*

ФГБУ «РНЦРР» Минздрав России, Москва

*Контактное лицо:* Канахина Лия Бекетаевна, г. Москва, ФГБУ Российский научный центр Рентгенодиагностики Минздрав России, +79645520562, [Glb.1994@mail.ru](mailto:Glb.1994@mail.ru)

**Цель работы.** Рак молочной железы занимает лидирующее положение в мире среди всех онкологических заболеваний у женщин. Одним из основных показателей, определяющих прогноз заболевания и безрецидивную выживаемость, является степень распространенности онкологического заболевания на момент выявления. Согласно статистике 2019 года в Российской Федерации рак молочной железы стадии in situ диагностирован лишь в 1357 случаях. Благодаря скрининговым программам, ежегодно количество выявленных больных с раком in situ растет. Опухоль молочной железы на ранних стадиях можно обнаружить благодаря совокупностью признаков при рентгенологических исследованиях, однако наиболее распространенным первым признаком заболевания являются микрокальцинаты.

**Материалы и методы.** В докладе использованы работы иностранных авторов за последние 5 лет. В работе так же будут продемонстрированы 11 клинических примеров рака in situ, выявленных в ФГБУ РНЦРР Минздрав России с 2020 по 2021г.

**Результаты:** Выявление и интерпретация микрокальцинатов в небольших опухолях на ранних стадиях, углубленное понимание процесса образования микрокальцинатов и их роль в патогенезе рака in situ может сформировать новые задачи и цели в химиотерапевтическом лечении или формировании новых прогностических маркеров для дальнейшего прогнозирования результатов лечения.

**Выводы:** Полученные навыки могут быть использованы в практической работе, что позволит улучшить качество обследования пациентов.

## **Создание новых таргетных агентов на основе аптамеров для доставки бора при БНЗТ**

*Дымова М.А.<sup>1</sup>, Новопашина Д.С.<sup>1</sup>, Кулигина Е.В.<sup>1</sup>, Таскаев С.Ю.<sup>2</sup>, Рихтер В.А., Воробьева М.А.<sup>1</sup>*

1 – Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

2 – Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН

Глиобластома является одним из самых агрессивных злокачественных заболеваний человека, продолжительность жизни пациентов с данным диагнозом составляет в среднем 15 месяцев из-за отсутствия эффективных способов лечения. Поэтому разработка новых подходов для ее лечения представляется актуальной задачей. В качестве перспективного терапевтического подхода рассматривается бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ), основанная на облучении опухолевых клеток, насыщенных изотопом бора-10, потоком эпитепловых нейтронов. Критическими моментами при БНЗТ являются наличие источника нейтронов с необходимыми энергетическими характеристиками и селективная доставка в клетки опухоли достаточного количества бора-10. В Институте ядерной физики СО РАН создан уникальный ускорительный источник нейтронов нового типа, оптимально

подходящий для БНЗТ. Однако до сих пор не решена проблема адресной доставки соединений бора.

Аптамеры на основе нуклеиновых кислот – короткие структурированные ДНК и РНК, способные селективно связываться с молекулами-мишенями. В частности, определенные аптамеры связываются с клетками опухоли и проникают в них. Химическая природа НК-аптамеров позволяет вводить в их состав модификации для повышения устойчивости в биологических средах, а также синтезировать их конъюгаты с борсодержащими агентами. В нашей работе были впервые созданы конъюгаты 2'-фтор-РНК-аптамеров с клозо-додекаборатом и исследована возможность их использования для доставки бора при БНЗТ.

**Материалы и методы:** Исследования проводили на клеточной линии глиобластомы человека U-87 MG, в качестве контрольной линии использовали фибробласты человека hFF8. Для оценки ингибирования пролиферации и жизнеспособности клеток, инкубированных с борсодержащими 2'-фтор-РНК-аптамерами и облученных эпителиальными нейтронами (2 МэВ, 1.4 мАч), использовали анализ RTCA xCelligence и клоногенный тест.

**Результаты:** Культивирование клеток U-87 MG с борсодержащими аптамерами перед облучением статистически достоверно снижало их жизнеспособность по сравнению с контролями.

**Заключение:** Впервые показана принципиальная возможность использования НК-аптамеров для таргетной доставки соединений бора. Эффективность их действия может быть дополнительно увеличена за счет выбора оптимального варианта конструкции и режима облучения.

Работа поддержана проектом РНФ 19-74-20127, <https://www.rscf.ru/project/19-74-20127/>

### **Предварительный анализ субъективной/экспертной оценки качества ПЭТ-изображений с точки зрения сравнения протоколов исследования**

*Петрякова А.В.<sup>1,2</sup>, Чупига Л.А.<sup>3,4,5</sup>*

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>СПб ГБУЗ «Городская больница №40 Курортного района», Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФБУН научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>4</sup>ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>5</sup>ФГБУ «НМИЦ им. В.Ф. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

В аспекте влияния различных параметров протоколов проведения ПЭТ-исследований на качественные результаты в данной работе стояла цель провести предварительный анализ мнения врачей-экспертов о качестве ПЭТ-изображений, полученных в различных ПЭТ-отделениях.

На данном этапе исследования приняли участие 20 врачей-экспертов с различным стажем работы в области радиологии из 6 медицинских организаций города Санкт-Петербурга. Каждый из них дал субъективную визуальную оценку качества ПЭТ-изображений по 5-балльной шкале, где 5 б.– отличное качество; 4 б. – хорошее качество; 3 б. – достаточное

для диагностики качество; 2 б. – плохое качество, диагностика затруднена; 1 б. – неприемлемое качество, диагностика невозможна. Всего было оценено 60 анонимизированных ПЭТ-изображений пациентов, прошедших исследование всего тела с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ. Изображения были получены на 12 томографах различных моделей (по 5 с каждого томографа) в 9 ПЭТ-отделениях, где применяются различные протоколы проведения исследования и сканирования. Между средним баллом экспертной оценки и некоторыми параметрами проведения исследования и сканирования (средняя вводимая активность, среднее время ожидания между введением активности и сканированием, время сканирования одной кровати) был проведен анализ с использованием корреляционного коэффициента Спирмена ( $r_s$ ). Корреляция считалась слабой при  $r_s < 0,3$ .

Из всей выборки на 4 томографах отсутствовали изображения пациентов с неприемлемым для диагностики качеством; на 4 томографах более 80% изображений было с хорошим и отличным качеством; на 5 томографах 40% и более – с отличным. Средний балл экспертной оценки качества для 8 томографов составил 4-4,5 балла; изображения с трех томографов эксперты оценили на 3-3,6 балла; 1 томограф – на 2,3 балла. Анализ показал, что низкое качество изображения, по мнению врачей-экспертов, было характерно моделям томографов с устаревшими техническими характеристиками детектирующей системы и со специфическими алгоритмами реконструкции.

Корреляционный анализ был проведен для выборки томографов со схожими техническими характеристиками (8 томографов). При этом была отмечена слабая взаимосвязь ( $r_s=0,2$ ) между средним баллом и введенной активностью, умеренная прямая взаимосвязь ( $r_s=0,5$ ) между средним баллом и временем сканирования одной кровати, умеренная обратная взаимосвязь ( $r_s=0,3$ ) между средним баллом и временем между введением и сканированием.

По предварительным данным субъективной оценки качества ПЭТ-изображений было получено, что большинство обследованных томографов, обладающих современными характеристиками, получили высокую экспертную оценку качества изображений, а томографы с устаревшими характеристиками и со специфическими алгоритмами реконструкции получили более низкие оценки. Дальнейшая работа будет посвящена более расширенному и подробному изучению влияния разных факторов на качество ПЭТ-изображения, а также взаимосвязи объективных параметров ПЭТ-изображения и субъективной оценкой врачей-экспертов.