НМИЦ ОНКОЛОГИИ им. Н.Н. Блохина

АССОЦИАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОНКОРАДИОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

15-16 ФЕВРАЛЯ 2024

VII ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

ОНКОРАДИОЛОГИЯ, ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ

с прекурсом

СБОРНИК ТЕЗИЗОВ

www.oncoradiology.ru

Возможности оптической биопсии в диагностике онкологических заболеваний печени

Мамошин А.В., Потапова Е.В., Сумин Д.С., Кандурова К.Ю., Шуплецов В.В., Жеребцов Е.А., Дремин В.В., Дунаев А.В.
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орел
БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», Орел
dr.mamoshin@mail.ru

Введение. Актуальность темы обусловлена большой частотой выявления новообразований печени, неоднозначной трактовкой данных лучевых методов исследования, формированием неверной тактики маршрутизации и лечения пациентов, что в итоге приводит к запоздалым лечебно-диагностическим мероприятиям. Чувствительность и специфичность различных методов диагностики новообразований печени, по данным мировой литературы, составляет 88-97%Х. Большое разнообразие нозологических форм опухолей печени и редкая встречаемость некоторых из них определяют необходимость морфологической верификации новообразования при принятии решений о дальнейшей тактической позиции в комплексном лечении.

Цель работы. Улучшение результатов диагностики онкопатологии паренхимы печени с использованием спектроскопических методов метаболического состояния тканей при проведении пункционной биопсии.

Материалы и методы. В клиническом исследовании приняли участие 25 пациентов (56% мужчин и 44% женщин), в возрасте от 48 до 82 лет. Проведение исследований было одобрено этическим комитетом Орловского государственного университета (протокол заседания № 14 от 24.01.2018) и выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией мира 2013 г. С целью регистрации оптических сигналов была использована экспериментальная установка для проведения измерений параметров времени жизни флуоресценции через тонкоигольный зонд. Для построения модели классификации условно здоровой паренхимы и новообразований печени использовали методы машинного обучения. Исследование сопровождались стандартной процедурой взятия биоматериала для гистоморфологического исследования.

Результаты. Результаты патогистоморфологического исследования выявили 25 новообразований печени, из которых 6 классифицированы как гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК), 6 как узловая гиперплазия (УГ), 13 как метастазы различного происхождения (МТС). С помощью метода флуоресцентной спектроскопии с временным разрешением было обнаружено, что каждый из типов опухолей имел свои характерные метаболические сдвиги. Классификаторы, построенные на основе машинного обучения, продемонстрировали различную степень чувствительности и специфичности в различении типов опухолей и печеночной паренхимы (чувствительность и специфичность более 0,91 и 0,79). Также было показано, что предложенная технология способна дать предварительный диагноз типа опухоли печени (первичная злокачественная, метастазы и доброкачественные опухоли) с чувствительностью и специфичностью не менее 0,80 и 0,95.

Выводы. Использование оптических технологий позволяет снизить количество неинформативных биопсий, проводить дифференциальную диагностику тканей непосредственно во время пункционной биопсии, увеличивая её чувствительность и точность.

Оценка функционального состояния печени при механической желтухе с использованием оптических технологий

Мамошин А.В., Потапова Е.В., Сумин Д.С., Кандурова К.Ю., Приземин В.Н., Дунаев А.В.
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орел
БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», Орел
dr.mamoshin@mail.ru

Введение. Неуклонный рост числа пациентов с синдромом механической желтухи, случаи прогрессирования печеночной недостаточности после декомпрессии желчевыводящих путей определяют актуальность оценки функционального состояния печени. На современном этапе диагностика печеночной недостаточности при синдроме механической желтухи основана на анализе ряда данных клинико-лабораторных и инструментальных методов исследования. Анализ литературных данных демонстрирует недостаточность общепринятых принципов в диагностике и оценке тяжести печеночной недостаточности, развивающейся на фоне синдрома механической желтухи с позиции выполнения антеградной декомпрессии желчевыводящих путей.

Цель работы. Улучшение результатов диагностики нарушения функционального состояния печени методами оптической диагностики при механической желтухе на фоне антеградной декомпрессии желчевыводящих путей.

Материалы и методы. В исследование включены 35 пациентов с механической желтухой различной этиологии. Среди больных было 17 (48,5%) женщин и 18 (51,5%) мужчин в возрасте от 25 до 90 лет. Всем пациентам выполнены чрескожные минимально инвазивные вмешательства, направленные на декомпрессию желчевыводящих путей. В момент формирования первичного доступа в билиарный тракт проводилась оценка метаболического состояния печеночной паренхимы волоконно-оптической системой флуоресцентно-отражательной спектроскопии. Для динамической оценки функционального состояния печени и эффективности декомпрессии желчевыводящих путей выполнялось исследование желчи, полученной по пункционной игле и в дальнейшем по дренажному катетеру методом спектроскопии комбинационного рассеяния.

Результаты. По результатам обработанных данных было выявлено преобладание флуоресценции кофермента NADH, что косвенно может свидетельствовать о нарушениях в процессе утилизации кислорода и являться признаком гипоксии. Кроме того, отмечены нарушения в мобилизации витамина А из паренхимы печени. С использованием метода спектроскопии комбинационного рассеяния в спектрах желчи были выявлены характерные изменения амплитуды пиков билирубина в области волновых чисел 1255 см-1 и 1611 см-1 в динамике после проведения чрескожных минимально инвазивных вмешательств, свидетельствующие о выделительной функции печени. Исходя из данных интенсивности пиков комбинационного рассеяния билирубина желчи, независимо от первоначального поражения, уровень функционального состояния печени стабилизируется к 9-м суткам антеградной декомпрессии желчевыводящих путей. Этот период является критическим в оценке эффективности антеградной декомпрессии и прогнозирования прогрессирования печеночной недостаточности.

Выводы. Результаты флуоресцентной спектроскопии отражают содержание основных флуорофоров печени (флавинов, NADH, билирубина, витамина А), предоставляя информацию об уровне метаболизма паренхимы печени интраоперационно в режиме реального времени. Метод спектроскопии комбинационного рассеяния показал чувствительность к наличию

билирубина в желчи и получение информации о содержании билирубина в желчи в послеоперационном периоде, может стать основой прогнозирования динамики восстановления функционального состояния печени у пациентов с синдромом МЖ после проведения декомпрессии желчевыводящей системы.

Сложности диагностики аденокарциномы на фоне пищевода Барретта.

Ахмедзянова Д.А., Шумская Ю.Ф., Мнацаканян М.Г., Тащян О.В., Решетников Р.В.
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы».
ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

Введение. Аденокарцинома пищевода является одним из самых распространенных злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта. Для выявления заболевания на ранних стадиях используют эндоскопические, морфологические, иммуногистохимические (ИГХ) методы обследования, однако они требуют не только применения высокоспециализированного оборудования, но и зависят от профессионализма врача-эндоскописта и врача-патоморфолога.

Клинический случай. Пациент 35 лет обратился к гастроэнтерологу с жалобами на прогрессирующую дисфагию, снижение массы тела. По данным трех эзофагогастродуоденоскопий (ЭГДС) с биопсией, проведенных по месту жительства, выявлялась распространенная опухоль пищевода, однако результаты гистологических, в том числе ИГХ, исследований свидетельствовали в пользу аденомы пилорических желез, аденомы из париетальных, либо онкоцитарных клеток с фокусами дисплазии эпителия высокой степени. В связи с несоответствием результатов гистологических исследований и клинической картины, была проведена компьютерная томография органов грудной клетки, по данным которой определялось новообразование пищевода с распространением на кардиальный отдел желудка, протяженностью 186 мм, с утолщением стенок пищевода до 41 мм, сужением просвета пищевода до 2 мм и признаками опухолевого поражения регионарных лимфатических узлов. Пациенту в условиях стационара проведена экспертная ЭГДС с таргетированной биопсией, по ее результатам на уровне 24 см от резцов в пищеводе определялась проксимальная граница опухолевой инфильтрации в виде множественных узлов белесовато-красного цвета, сливающихся между собой, распространяющихся циркулярно до субкардиального отдела желудка. Результат патоморфологического исследования: высокодифференцированная аденокарцинома пищевода на фоне пищевода Барретта. В связи с молодым возрастом пациента, а также наличием регионарного метастазирования, было выполнено радикальное хирургическое вмешательство в объеме одномоментной резекции и пластики пищевода стеблем из большой кривизны желудка с анастомозом на шее с лимфаденэктомией 2s. Высокодифференцированная аденокарцинома была также подтверждена по результатам патоморфолоического исследования операционного материала. Таким образом, заключительный диагноз был сформулирован как аденокарцинома пищевода на фоне пищевода Барретта pT4N1M0. В дальнейшем проведено 12 курсов адъювантной

полихимиотерапии по схеме FOLFOX. При контрольном обследовании через 6 и 12 месяцев данных за рецидив опухолевого процесса не получено.
Заключение. Этот случай показывает ограничения биопсии с последующим гистологическим исследованием как «золотого стандарта» диагностики. Врачу необходимо ориентироваться на клиническую картину и результаты инструментальных методов обследований, когда патоморфологические исследования дают противоречивые результаты.

Случай рака слезной железы, симулирующего кисту орбиты.

Гусакова М.Ю., Амирян А.Г., Саакян С.В.
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, г. Москва.
GusakovaMariaOphtalm@yandex.ru

Опухоли слёзной железы встречаются с частотой 1 случай на 1 млн населения в год и составляют примерно четверть объёмных образований орбиты. На долю эпителиальных опухолей приходится около 50% всех опухолей орбиты. Среди доброкачественных новообразований чаще всего встречается плеоморфная аденома (50%), злокачественные опухоли (50%) представлены различными морфологическими вариантами раков. Несмотря на различную этиологию патологических процессов, развивающихся в слезной железе, клинически они проявляются достаточно схожим симптомокомплексом. Данное обстоятельство обосновывает необходимость применения визуализирующих методов исследования (КТ, МРТ, УЗИ) в схеме их комплексной дифференциальной диагностики, однако их применение не всегда позволяет с уверенностью судить о характере патологического образования. Последнее, в свою очередь, является основным препятствием в разработке эффективного подхода в лечении данной патологии. Представляем клинический случай пациентки 75 лет, направленной к нам с подозрением на новообразование слёзной железы справа, выявленное при проведении МРТ по месту жительства в связи с жалобами больной на периодические головные боли, головокружение и незначительное опущение века. В анамнезе 30 лет назад проведена мастэктомия по поводу аденокарциномы правой молочной железы. При осмотре выявлен частичный птоз и уплотнение слезной железы при ее пальпации справа. По данным инструментальных методов обследования в области слёзной железы выявлено образование кистозного характера с чёткими, ровными контурами. Пациентке предложено хирургическое лечение, от которого она отказалась. При очередном обращении (через 3 года) отмечалась отрицательная динамика в виде увеличения размеров образования, увеличение птоза, развился экзофтальм. При проведении орбитотомии выявлено образование с бурым жидкостным содержимым, которое полностью удалено из орбитальной полости, макроскопически без признаков прорастания в надкостницу. Гистологически установлен диагноз злокачественной опухоли: аденокарциномы слёзной железы с кистозным компонентом. Таким образом, в представленном клиническом случае рак слёзной железы по анамнестическим данным (торпидное течение), данным клинической картины (невыраженность и медленная прогрессия орбитальной симптоматики) и результатам инструментальных методов исследования симулировал доброкачественное новообразование слёзной железы кистозного характера. Вышеупомянутое предполагает хирургическое лечение с морфологическим исследованием биоптата в качестве золотого стандарта дифференциальной диагностики и дальнейшего лечения. Обращает также внимание наличие

в анамнезе одноимённой опухоли молочной железы справа. Стремительно развивающаяся отрасль прижизненной неинвазивной верификации новообразований на основе высокоспецифичных биомаркеров внушает надежду на изыскание новых диагностических критериев с высоким профилем безопасности и в наименьшей степени обременяющих пациента, клинициста и систему здравоохранения.

Клинический случай ведения пациентки с хорионкарциномой на фоне развивающейся беременности.

Загретдинова Д.Р., Дикарева Е.Л., Шатохина М.Г., Мащенко И.А., Труфанов Г.Е., Ульрих Е.А.
ФГБУ НМИЦ им. В.А. Алмазова, г. Санкт-Петербург
diliazagretdinova@yandex.ru

Введение: Гестационная трофобластическая болезнь (ГТБ) на фоне успешно развивающейся беременности —редкое состояние и встречается с частотой 1 случай на 22–100 тыс. беременностей; наблюдается при бихориальных беременностях (на фоне замещения пузырным заносом одного из плодов), крайне редко — при монохориальных беременностях (в случае интраплацентарной хориокарциномы). Пренатальная диагностика ГТБ в этих ситуациях затруднена и требует тщательного взвешивания рисков пролонгирования или прерывания беременности.

Клинический случай: Пациентка 32 лет, впервые госпитализирована ФГБУ НМИЦ им. В.А.Алмазова в декабре 2020г по поводу частичного пузырного заноса на фоне беременности 17 недель.

По данным МРТ органом малого таза (ОМТ) обнаружено: в правых и верхних отделах плаценты - ячеистые структуры в виде многочисленных мелких кист неправильной округлой формы, с четкими контурами, заполненных жидкостным содержимым, диаметром от 2 до 15мм. Заключение: частичный - пузырный занос на фоне беременности 17-18 недель. С целью исключение метастатических очагов выполнена рентгенография органов грудной клетки, УЗИ органов брюшной полости – патологии не выявлено. Выполнено пренатальное инвазивное тестирование кариотипа плода – аномалий не выявлено. С учетом желания женщины пролонгировать беременность, срока гестации, пациентка находилась под динамическим наблюдением с контролем титра ХГЧ, состояния плода, основного заболевания.

Пациентке в связи с развитием родовой деятельности в сроке 28 0/7 недель проведено экстренное родоразрешение в ФСПЦ им.В.А.Алмазова. Гистологическое исследование последа: интраплацентарная хориокарцинома (p57 фокально позитивен в клетках цитотрофобласта и промежуточного трофобласта, отсутствует окрашивание клеток стромы ворсин и синцитиотрофобласта; b-ХГЧ положителен в клетках синцитиотрофобласта). После родов выполнено полное обследование матери – КТ грудной, брюшной полости с контрастированием, МРТ ОМТ, динамика уровня β-ХГЧ - патологических изменений не выявлено. В связи с отсутствием данных за отделенные метастазы, прогрессивное снижение уровня β-ХГЧ принято решение о динамическом наблюдении пациентки.

Однако, через 6 недель после родоразрешения зарегистрировано повышение уровня β-ХГЧ, в связи с чем было выполнено повторное обследование с целью исключения прогрессирования заболевания. КТ органов грудной клетки, брюшной полости с контрастированием –

обнаружены очаговые образования в обоих легких: справа в S6 субплеврально диаметром 1.5мм, 2.5мм и 7мм, в S9 2.5мм; слева в апикальных отделах и медиально размерами 11х12мм (в нативную фазу +26HU), в S4 слева 3.5мм, в S10 3мм.

Для определения распространенности процесса выполнено ПЭТ-КТ с ФДГ, МРТ головного мозга. По данным ПЭТ-КТ определялись ФДГ-негативные очаги в правом легком в S3,6,8 (наибольшее в S8 субплеврально, 6 мм); в левом легком в S1+2,3,4,10 (наибольшее в S1+2, парамедиастинально в верхушке, 12х10 мм. При МРТ головного мозга данных за вторичные изменения вещества не получено.

Учитывая наличие метастатических очагов в легких, увеличение титра ХГЧ, выполнено рестадирование, в соответствии с котором диагноз переформулирован следующим образом: «Трофобластическая болезнь FIGO III: 6 (хорионкарцинома). Метастазы в легких. Состояние после преждевременных родов, ручного отделения плаценты, кровотечения в раннем послеродовом периоде, выскабливания полости матки».

Соответственно стадии показано проведение химиотерапии по схеме: метотрексат 1 мг/кг в/м в 1-й, 3-й, 5-й, 7-й дни + кальция фолинат 0,1 мг/кг в/м во 2-й, 4-й, 6-й, 8-й дни. Проведено 4 цикла по данной схеме. Лечение переносила удовлетворительно. Достигнуто излечение (по данным КТ органов грудной, брюшной полости, МРТ органов малого таза, снижение титра β-ХГЧ 1.1 МЕ/л). На данный момент пациентка находится в ремиссии, без признаков прогрессирования.

Заключение: Данный клинический случай подтверждает необходимость индивидуального подхода к ведению пациентки с интраплацентарной хориокарциномой на фоне беременности, требует тщательного наблюдения в многопрофильной клинике, имеющей опыт ведения пациенток со злокачественными опухолями на фоне беременности.

Магнитно-резонансная и компьютерная томография в диагностике инфаркта печени у онкологического пациента (клинический случай)

А.П. Дунаев, Ж.В. Шейх, Е.В. Есин, И.В. Шипулева, А.Н. Башков, М.В. Попов, Т.Ю. Кудрявцева

Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы", Москва

ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

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

ФГБУ ГНЦ РФ имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

dunaev_alexei@mail.ru

Цель. Выявить роль компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике инфаркта печени.

Материалы и методы. Проведено описание клинического случая у онкологического пациента с инфарктом печени.

Результаты. Пациент Ф., 65 лет. Проходит лечение в онкологической больнице. В анамнезе с 2022г. рак левой почки, курсы иммунотаргетной терапии, лучевая терапия. Прогрессирование заболевания - диффузное вторичное поражение паренхимы обоих легких, поражение плевры. Левосторонний гидроторакс. Деструкция Th1 и L1 позвонков, 6 ребра слева. 05.03.2022 г. -

резекция заднего комплекса тела L1 позвонка с реконструктивно-пластическим компонентом. Гистологически: метастаз светлоклеточного рака.
На одном из контрольных исследований КТ в печени появился очаг неясной этиологии, мог соответствовать инфаркту печени, кроме того нельзя исключить аутоиммунные осложнения (повторный анализ гормоны щитовидной железы, картизол без клинически значимых отклонений). Таким образом состояние больного, вероятнее, было связано с инфарктом печени. При контрольном исследовании через месяц данная зона увеличилась в размерах, приобрела более клиновидную форму.
При проведении магнитно-резонансной томографии картина схожая с КТ-исследованием, в дополнении в S2 отчетливо визуализировалась еще одна зона повышенного МР-сигнала в режиме Т2ВИ клиновидной формы, данные зоны ограничивали диффузию.
Заключение. КТ и МРТ томография с внутривенным болюсным усилением являются высокоинформативными и взаимодополняющими методами в выявлении инфаркта печени и его дифференциальной диагностике с другими поражениями печени. Иногда бывает недостаточно определить объем поражения печени при инфаркте и требуются проводить как минимум два метода визуализации.

Клинический случай внутримышечной миксомы плечевой мышцы.

Герасимова Л.Д., Тихонова М.И., Николаева Т.И.
«Якутский республиканский онкологический диспансер», Центр лучевой диагностики,
Республики Саха (Якутия), г. Якутск.
yarodold@mail.ru

Актуальность. Миксома - доброкачественная опухоль соединительнотканного происхождения, состоящая из недифференцированных звездчатых клеток, расположенных в рыхлой муцинозной строме с базофильными волокнами. Различают 3 клинико-патологических типа: внутримышечные миксомы, суставные и кожные. Внутримышечные миксомы локализуются в мышцах бедра, ягодичных мышцах, мышцах плеча, голени и туловища. Заболеваемость ВММ крайне мала - 1 случай на 1 000 000 населения в год. ВММ является медленно растущей опухолью с благоприятным прогнозом.
Анамнез болезни. Больная Л. 61 года заметила образование мягких тканей левой локтевой области, обратилась в Якутский республиканский онкологический диспансер в 25.11.2022г. Жалобы на боли в области образования в мягких тканях. Локальный статус: в левой локтевой области пальпируется образование 8х4х2мм плотной консистенции, смещаемое. Направлена на УЗИ мягких тканей. По данным УЗИ в области левого локтевого сустава по передней поверхности мягких тканей гипоэхогенное неоднородное образование размерами 21х16х29мм, с эффектом дистального псевдоусиления, по периферии с гиперэхогенным ободком, рекомендовано МРТ.
По МР-картине от 02.12.2022г.: дополнительное образование в дистальной трети левой плечевой мышцы (на уровне локтевого сустава), размером 14х17х19мм с гиперинтенсивным сигналом на Т2 ВИ и Spair, контуры четкие неровные, с признаками рестрикции МР-диффузии, при контрастном усилении отмечается накопление по периферии. Отмечается контакт с длинным лучевым разгибателем запястья, на протяжении до 11мм, там же отмечается небольшой отек, и далее распространяющийся меж волокон плечевой мышцы,

протяженностью около 20мм. Нервный пучок, сосуды и кости не имеют контакт с образованием. Локтевой сустав без видимой патологии. Заключение: дополнительное образование левой плечевой мышцы, с наличием отека и с признаками распространения в левый длинный лучевой разгибатель запястья – рекомендуется морфологическая верификация для исключения злокачественности процесса.

Решением консилиума врачей направлена в НМИЦ им. Петрова Н.Н. Выполнена трепан биопсия. По результатам гистологии выявлена внутримышечная миксома от 31.01.2023г. Рекомендовано динамическое наблюдение, при продолженном росте оперативное лечение по месту жительства.

При контрольном МРТ-обследовании от 10.06.2023г.: в динамике отмечается увеличение размеров выявленного ранее образования в дистальной трети плечевой мышцы левого плеча до 17х20х24мм, с наличием отека и признаками распространения в левый длинный лучевой разгибатель запястья.

По решению консилиума госпитализирована в якутский республиканский онкологический диспансер г. Якутск для проведения планового оперативного лечения. Была произведена широкое иссечение опухоли.

Прижизненное патологоанатомическое исследование биопсийного материала. Макроскопически определяется опухолевидное образование округлой формы, плотно-эластичной консистенции, белесовато-желто-коричневого цвета, размером 25х23х15мм. На разрезах белесовато-серый, студневидный. Микроскопически - в материале гипоцеллюлярное образование, состоящая из редких звездчатых и веретенообразных клеток в миксоидной строме, с малочисленными тонкостенными сосудами, очаговой лимфоидной инфильтрацией, окруженное мышечной тканью. Гистологическая картина соответствует внутримышечной миксоме.

Пациентке были проведены контрольные обследования на базе ЯРОД – данных за местный рецидив не выявляется.

Выводы: по литературным источникам внутримышечная миксома верхней конечности, является крайне редким видом внутримышечных новообразований, требующий проведения дифференциальной диагностики с рядом другими новообразованиями и поражениями мышц. Представленный клинический случай демонстрирует сложность проведения диагностического поиска инструментальных методов исследования (УЗИ, КТ и МРТ).

Прогноз: ВММ-доброкачественное образование, с отсутствием риска злокачественного перерождения. Основным методом лечения является хирургическое удаление опухоли, после резекции в большинстве случаев рецидив не возникает.

Клинический случай рака шейки матки с прорастанием в мочевой пузырь.

Гельт Т.Д., Морозова Т.Г.
ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск
t.g.morozova@yandex.ru
tanjageltik@gmail.com

Цель работы: изучить клинический случай пациентки с запущенной формой инвазивного рака шейки матки

Материалы и методы исследования: пациентка К, 38 лет поступила в клиническую больницу г. Смоленска с жалобами на рвоту, повышение АД до 220/110 мм рт ст, слабость, головные боли. Вышеуказанные жалобы, со слов пациентки, возникли без видимой причины продолжительностью около недели. При биохимическом анализе крови - креатинин 1000 мкмоль/л. Диурез до 800 мл в стуки, с эпизодами гематурии. С диагнозом нефропатия неясного генеза госпитализирована в отделение гемодиализа. Выполнено инструментальное исследование для диагностического поиска причины почечной недостаточности.

Результаты исследования: при ультразвуковом исследовании (УЗИ) органов забрюшинного пространства - увеличение почек в размере, симметричное расширение ЧЛС, дилатация мочеточников с обеих сторон, выраженная ишемия коркового слоя обеих почек. При КТ органов брюшной полости с захватом области малого таза определялось образование в мочевом пузыре с неровными контурами плотностью до 59 ЕН; расширение ЧЛС обеих почек и мочеточников, снижение кортико-медуллярной дифференцировки. Рекомендована консультация гинеколога: в области нижнего зева выявлено образование, кровоточащее при контакте, при пальпации плотной консистенции с бугристыми контурами. Выполнено УЗИ органов малого таза: расширение полости матки до 24 мм с гипоэхогенным содержимым; в дне - гипоэхогенный участок без кровотока; в шейке матки - множественные гиперэхогенные структуры. Задняя стенка мочевого пузыря утолщена, с наличием множественных линейных структур. Взята биопсия. Рекомендовано проведение МРТ органов малого таза: в области шейки с распространением на тело матки, верхнюю треть влагалища, определялось образование, изоинтенсивное на Т2ВИ, выраженно деформирующее просвет шейки матки, ИКД шейки матки значимо ниже стромы. В артериальную фазу контрастирования быстрое накопление и выведение контрастного вещества; образование с нечеткими, размытыми контурами, размерами 48х34 мм. Отмечалось прорастание образования в заднюю стенку мочевого пузыря. Мочеточники – патологически равномерно дилатированы. Отмечено инвазия образования в параметральную клетчатку, специфическая лимфаденопатия узлов параметральной и параректальной клетчатки. Вышеуказанные изменения свидетельствовали о наличии у пациентки рака шейки матки IV А стадии по FIGO, что было подтверждено по данным гистологического исследования (плоскоклеточная аденокарцинома).

Заключение: 1. Рак шейки матки – весьма распространенное злокачественное новообразование, поражающее женщин репродуктивного возраста. 2. При наличии у женщин постренальной почечной недостаточности с признаками симметричной пиело- и каликоэктазии, необходимо в первую очередь проводить диагностический поиск, направленный на наличие объемного образования в мочевом пузыре, которое может иметь как первичный, так и вторичный характер.

Магнитно-резонансная и компьютерная томография в диагностике перибилиарных кист у пациента с подозрением на онкологию (клинический случай)

А.П. Дунаев, Ж.В. Шейх, Е.В. Есин, И.В. Шипулева, А.Н. 4Башков, М.В. Попов, Т.Ю. Кудрявцева

Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы", Москва

ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

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

ФГБУ ГНЦ РФ имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

dunaev_alexei@mail.ru

Цель. Выявить роль компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике перибилиарных кист.

Материалы и методы. Проведено описание клинического случая у пациента с подозрением на конгломерат патологических лимфатических узлов в воротах печени по данным ультразвукового исследования.

Результаты. Пациент Г., 46 лет был направлен на консультацию в онкологическую больницу с диагнозом новообразования неопределенного или неизвестного характера печени, желчного пузыря и желчных протоков. При проведении ультразвуковой диагностики органов брюшной полости выявили гиперплазию лимфатических узлов ворот печени до 1,5см и забрюшинных лимфатических узлов неясного генеза.

Пациент был направлен на магнитно-резонансную томографию органов брюшной полости. При анализе исследования магнитно-резонансной томографии по ходу холедоха и главного желчного протока левой доли печени были выявлены жидкостные образования размерами от 4мм до 16мм и отдельно расположенное жидкостное образование в клетчатке над головной поджелудочной железы. Определяемые при УЗИ увеличенные лимфатические узлы ворот печени и забрюшинного пространства при МРТ выявлены не были.

Заключение. МРТ с внутривенным контрастированием по сравнению с УЗИ является высокоинформативным методом в дифференциальной диагностике выявленных изменений и в постановке точного диагноза перибилиарных кист с уточнением их характера и распространенности процесса в брюшной полости. Рентгенологи должны знать об этой патологии во избежание неточной постановки диагноза, с последующим неадекватным лечением, возможным прогрессированием кист и связанными с ними осложнениями.

Магнитно-резонансная и компьютерная томография в диагностике портосистемный шунта у онкологического пациента (клинический случай)

А.П. Дунаев, Ж.В. Шейх, Е.В. Есин, И.В. Шипулева, А.Н. Башков, М.В. Попов, Т.Ю. Кудрявцева

Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы", Москва

ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

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

ФГБУ ГНЦ РФ имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

dunaev_alexei@mail.ru

Цель. Обратить внимание лучевых диагностов на данную патологию. Выявить роль компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике порто-системного шунта.

Материалы и методы. Проведено описание клинического случая у онкологического пациента с портосистемным шунтом.

Результаты. Пациент К. 66 лет, наблюдается в онкологической больнице с заболеванием периферический рак нижней доли левого легкого T2aN0M0 IB стадия. Была проведена расширенная нижняя лобэктомия слева 12.12.22г. В анамнезе грыжа пищеводного отверстия диафрагмы. Поверхностный дистальный эзофагит. Гастрит поверхностный антрального отдела. Недостаточность привратника. Дуодено-гастральный рефлюкс. Заболеваний печени, биопсии печени, травм живота, цирроза печени, изменений психического статуса или диабета в анамнезе в нее не было.

КТ, проведенная для оценки состояния органов брюшной полости, метастатического поражения не выявила. Было выявлено образование пониженной плотности в S4b левой доли печени, в области круглой связки размером 20мм, однородно накапливающий контрастное вещество. При детальном рассмотрении образования в S4b печени и построении реконструкции с применением проекции максимальной интенсивности (MIP) была выявлена связь данного образования с правой и левой ветвями портальной вены через сосуды, что навело на мысль ВПШ. На прошлом КТ-исследовании данное образование расценивалось как гемангиома.

Пациенту была проведена МРТ. ВПШ не ограничивает диффузию и имеет повышенный измеряемый коэффициент диффузии, что говорит о доброкачественной природе образования. В режиме T2ВИ ВПШ имел низкий МР-сигнал, сигнальными характеристиками схожий с кавальными венами. Далее ВПШ через сеть сосудов анастомозировал со средней печеночной веной. Результаты контрастной фазы сканирования были аналогичные полученным при компьютерной томографии.

Заключение. КТ и МРТ с внутривенным болюсным усилением являются высокоинформативными и взаимодополняющими методами в выявлении портокавального шунта и его дифференциальной диагностике с другими образованиями печени в частности с кистами, гемангиомами как в данном клиническом примере, так и с другими образованиями. Полученные данные позволяют своевременно и точно установить правильный диагноз с последующей адекватной тактикой ведения больного.

Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями центральной нервной системы жителей Орловской области в 2012-2022г

Симонова В.Г
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева», 302026, Орел, Россия
segeja36@mai.ru

ВВЕДЕНИЕ. В мире, а также в России в частности, отмечается рост заболеваемости злокачественными новообразованиями головного мозга. Особенно рост значительно прослеживает у людей старше 65 лет. Рост заболеваемости врачи связывают с применением современных высокоточных методов диагностики, в частности с широким использованием магнитно-резонансной томографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: ретроспективные исследования на основе архивных документов, математическая обработка результатов и эпидемиологических наблюдений. Впервые были собраны, систематизированы, изучены и проанализированы обобщенные официальные данные ежегодной медицинской статистикой в динамике с 2012 по 2022 годы

РЕЗУЛЬТАТЫ: анализ посмертно учтенных больных с опухолями ЦНС показал, что с 2015г. прослеживается значительный рост удельного веса посмертно учтенных больных со злокачественными опухолями ЦНС, с пиковыми значениями в 2019г. и 2022г.

ОБСУЖДЕНИЕ: за последние 10 лет (с 2012г. по 2022г.) опухоли головного мозга регистрируются от 4,5 до 10,52 случаев в год на 100 000 населения. Развитие рака головного мозга также сопррвождается значительным снижением качества жизни: больные отмечают у себя головные боли с нарушением сознания; нарушение движений в руках и ногах противоположных пораженным полушариям; снижение когнитвно-мнестических показателей; сужение зрительных полей и эпилептиформные припадки .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: на протяжении последних десяти лет отмечается значительный рост заболеваемости злокачественными опухолями головного мозга. Особенно выражен рост у людей в возрасте 54-64 года. Чаще злокачественными опухолями головного мозга болеют пожилые мужчины

Прирост за 10- летний период составил 17,6%, что в значительной мере определено неблагоприятным направлением демографических процессов в популяции Орловской области, обусловившим "постарение" населения области, среди населения которого велик удельный вес старших возрастных

Анализ посмертно учтенных больных с опухолями ЦНС показал, что с 2015г. прослеживается значительный рост удельного веса посмертно учтенных больных со злокачественными опухолями ЦНС, с пиковыми значениями в 2019г. и 2022г. Вполне вероятно, что метастатические опухоли головного мозга могут быть расценены патологоанатомами как первичные и быть закодированы в непосредственной причине смерти

Максимальный подъем заболеваемости приходится на возраст 54-64 года

В заключении следует отметить, что на протяжении последних десяти лет отмечается значительный рост заболеваемости злокачественными опухолями головного мозга. Особенно выражен рост у людей в возрасте 54-64 года . Чаще злокачественными опухолями головного мозга болеют пожилые мужчины, нежели женщины.

МРТ для трансартериальной химиоэмболизации лекарственно насыщаемыми микросферами в онкогинекологии: что нужно рентгенохирургу?

Звездкина Е.А., Кедрова А.Г., Лебедев Д.П.,
ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», Москва
ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства, Москва
Кафедра акушерства и гинекологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва
zvezdkina@yandex.ru

Цель: анализ параметров магнитно-резонансной томографии (МРТ), которые надо учитывать для планирования трансартериальной химиоэмболизации лекарственно насыщаемыми микросферами (ТАХЭ) в лечении женщин с первичными и рецидивными опухолями репродуктивной системы, осложненными кровотечением.

Пациенты и методы. Ретроспективное наблюдательное неконтролируемое исследование 80 пациенток с первичными опухолями (1 группа) и 20 - с рецидивными опухолями (2 группа) репродуктивной системы, осложненными кровотечением, которым были выполнены 110 ТАХЭ лекарственно насыщаемыми микросферами. Для планирования и оценки результатов МРТ выполнялась до ТАХЭ, через 2-3 недели, далее каждые 2 месяца; данные МРТ сопоставлялись с ангиографией.

Результаты.

В 1 группе у 12 пациенток (15%) изменения локализовались в верхнем этаже малого таза, в пределах шейки и тела матки по циркулярным границам, и кровоснабжались только из маточной артерии. При инвазии переднего параметрия (54%, n=43) верхняя пузырная артерия тоже давала афференты. При переходе процесса на средний этаж малого таза (6%, n=5) дополнительные афференты были из нижней пузырной и запирательной артерий. При вовлечении боковых стенок или мышц малого таза (9%, n=7) афференты были из подвздошно-поясничной, внутренней половой, запирательной артерий, ствола внутренней подвздошной артерии, отсутствующие в норме; при метастатическом поражении придатков (11%; n=9) опухолевые афференты были из яичниковых артерий, а также сети маточно-яичниковых анастомозов.

Во 2 группе у 10 пациенток матка сохранена, у 10 женщин - удалена. У 8 женщин в каждой подгруппе изменения локализовались в верхнем этаже малого таза (тело матки или культя шейки матки), в среднем этаже – по 1 женщине в каждой подгруппе (средняя треть влагалища или культя влагалища), в нижнем этаже – по 1 пациентке (нижняя треть влагалища и мышцы таза). При сохраненной матке источники афферентов были как в 1 группе, при удаленной матке приоритетным бассейном были запирательная и верхняя пузырная артерии. У 3 женщин с сохраненной маткой процесс достигал боковых стенок малого таза, при этом афференты отходили от подвздошно-поясничной артерии.

Заключение. Локализация опухоли по этажам малого таза, циркулярные границы, инвазия в параметрий по данным МРТ являются «дорожной картой» для рентгенохирурга, чтобы спланировать ТАХЭ и обработать микросферами объем опухоли, воздействуя на афференты из анатомически разобщенных бассейнов, в норме не участвующих в кровоснабжении органов репродуктивной системы.

МРТ-предикторы изменений губчатого вещества тел позвонков с использованием импульсной последовательности DIXON в сопоставлении с данными денситометрии

Ахатов А.Ф., Мавляшова Д.Р., Петряйкин А.В., Рыжкин С.А. Михайлов М.К..
Многопрофильный консультативно-диагностический центр «БАРСМЕД»; 420095 Казань, ул. Х. Мавлютова, 2, Российская Федерация
Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Минздрава России; 420012 Казань, ул. Бутлерова, 36, Российская Федерация
ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия
ФГБОУ ВО "Казанский государственный медицинский университет" Минздрава России; 420012 Казань, ул. Бутлерова, 49, Российская Федерация
ФГБОУ ДПО РМАНПО "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д.2/1, Российская Федерация
ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"; 420008 Казань, ул. Кремлевская, д.18, корп.1, Российская Федерация
aya0258@googlemail.com

Цель работы: определить корреляцию между жировой фракцией (FF) костного мозга тел поясничных позвонков, измеренной с помощью МРТ импульсной последовательности DIXON, и минеральной плотностью кости (МПК) тел позвонков, измеренной с помощью двухэнерегетической рентгеновской абсорбциометрии (ДРА, DXA).
Материал и методы: для МРТ диагностики был использован томограф Siemens Magnetom Verio 3Тл, с целью оценки состояния позвонков пояснично-крестцового отдела позвоночника, были выполнения измерения МРТ сигнала в программе: RadiAnt DICOM viewer с последующим расчетом FF. Параметры DIXON (two-point) импульсной последовательности TSE с T2-типом взвешенности: TR 4000мс, TE 88мс, толщина среза 4мм, матрица 320×320, NEX 1, FOV 260×260мм, размер пикселя 0,8×0,8мм, полоса пропускания 345Гц/пиксель. Время сканирования фиксировано и составило 3 мин 50с. Для определения МПК использован денситометр GE Lunar Prodigy . Выставленные параметры измерения: режим – стандарт (13–25см), длина 19,1см, ширина 18,0см. Метод: DIXON. Использовали электронные таблицы в «Excel 2021». Расчеты и графические построения выполнялись в пакете PAST (v.4.03, Hammer et al., 2001).
Результаты: всего был обследовано 112 пациентов (ср.возраст 57±15 лет; ср.индекс массы тела составил 28,1±6,4). Выборка была разделена на 3 группы в соответствии с заключением ДРА: доли пациентов в группе с нормальной плотностью кости: 40,2%, с остеопенией: 34,8%, с остеопорозом: 25%. Было выполнено сравнение МПК пациентов в группе с нормальной плотностью кости и в группе с остеопорозом: МПК тел позвонков оказалось достоверно ниже в группе с остеопрозом на 25,1 %, по сравнению группы с нормальной плотностью кости ($U(45, 28)=29$; $p<<0,001$). Также обнаружена статистически значимая разница FF в тех же группах: FF тел позвонков больше в группе с остеопорозом на 3,2 % по сравнению с группой нормальной МПК ($U(45, 28)=19$; $p<<0,001$). При проведении корреляционного анализа между показателями МПК и FF внутри групп обнаружена слабая положительная корреляция в группах с нормальной плотностью кости ($rs=0,2$; $p>0,05$) и с остеопорозом ($rs=0,3$; $p>0,05$), с остеопенией слабая отрицательная статистически незначимая ($rs=-0,1$; $p>0,05$). Выявили

отрицательную слабую статистически значимую корреляцию в группе с патологией «остеопения/остеопороз» (rs=-0,2; p<0,05). При корреляционном анализе МПК и FF всей выборки, была получена статистически значимая отрицательная корреляция (rs=-0,4; p<0,001). Для определения достоверной статистически значимой корреляционной связи между МПК и FF в группе запланировано увеличение числа пациентов в выборке.

Заключение: предложенный метод расчета фракции жира костного мозга тел позвонков (FF) по данным МРТ импульсной последовательности DIXON для пояснично-крестцового отдела позвоночника может быть использован в качестве предиктора снижения МПК, что обосновывает дообследование пациентов с целью исключения остеопороза.

Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография у пациентов с неходжкинскими лимфомами

Алексеев С.А., Троян В.Н., Рукавицын О.А.
ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва.
alxvsrge@gmail.com

Цель работы: Согласно клиническим рекомендациям Минздрава России и международным рекомендациям лидирующим методом лучевой диагностики у пациентов с неходжкинскими лимфомами является позитронно-эмиссионная томография с фтордезоксиглюкозой (ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ). С нарастающим интересом все больше у таких пациентов наряду с ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ начинает применяться диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВ-МРТ). Целью работы является изучение возможностей и сравнительная оценка точности ДВ-МРТ и ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у пациентов с неходжскинскими лимфомами.

Материал и методы. В исследование включено 37 пациентов с неходжкинскими лимфомами в возрасте 33,4±7,9 лет с подтвержденным диагнозом неходжкинской лимфомы. Всем пациентам проводилось ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ и ДВ МРТ. Исследование носило проспективный характер. Все пациенты проходили лечение в ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» в период с 2021 по 2023 гг.

Результаты и обсуждение. При сравнительной оценке точности метода ПЭТ/КТ чувствительность описанного составила 96,2%, специфичность 100%, диагностическая точность 98,46 %, при этом чувствительность ДВ-МРТ составила 93,1%, специфичность 90%, диагностическая точность 91%. При визуальной сравнительной оценке очагов поражения отмечено, что при ДВ-МРТ у 2 пациентов селезенка имела физиологический повышенный МР-сингал, у 5 пациентов неувеличенные лимфоузлы паховой области так же имели физиологический повышенный сигнал до лечения, что при использовании только одного метода ДВ-МРТ свидетельствовало бы о ложноположительном результате.

Заключение. ДВ-МРТ наряду с ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ является информативным методом диагностики патологических изменений у пациентов с неходжкинскими лимфомами. Однако до лечения при применении ДВ МРТ необходимо учитывать возможную визуализацию повышенного физиологического МР-сингала от лимфоузлов и селезенки.

Изменения серошкальной и допплерографической картины непосредственного окружения опухоли мягких тканей при наличии её инвазивного роста

Зайцев А.Н., Негусторов Ю.Ф., Чёрная А.В., Ульянова Р.Х., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Дышлюк Т.Л., Темерова А.Д.
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н.Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург
zansp@mail.ru

Цель - поиск в окружающих опухоль тканях серошкальных и допплерографических проявлений участков инвазии, визуализация которых позволяет определять характер образования и при этом уточнять объём операции либо корректировать границы поля лучевого лечения.

Материалы и методы. На аппаратах «Hitachi-950», «Logiq-400» исследованы 237 верифицированных морфологически опухолей мягких тканей разных локализаций и разных гистотипов, в т.ч. 132 (55,7%) злокачественные и 105 (44,3%) доброкачественные. Использовались сершкальная эхография, цветовое допплеровское картирование и энергетический Допплер.

Результаты. При эхографии в 103 (78%) наблюдениях выявлена нечёткость контура злокачесвенной опухоли, в 27 (25,7%) - доброкачественной (за исключением 18 (17,1%) сосудистых образований, понятие чёткости контуров трудно определить). Соответственно характеру процесса в 68 (51,5%) и 12 (11,4%) случаях непосредственно у контура опухоли снаружи от него выявлялась зона снижения эхогенности окружающих её мягких тканей, в 17 (16,2%) наблюдений доброкачественных процессов – зона неоднородной эхогенности, с тяжистого типа структурами, обусловленные вокруг доброкачественных образований фиброзными изменениями и компрессией их окружения. В целом у 38 (36,2%) доброкачественных образований морфологически определялись компрессия и фиброзирование тканей, не заметные при эхографии у 9 (8,6%) больных. Допплерографически при исследовании 124 (93,9%) злокачественных и 2 (1,9%) доброкачественных новообразований в непосредственном окружении их контуров выявлялось локальное усиление сосудистого рисунка. Морфологически здесь, за исключением одного (0,8%) случая саркомы, выявлялась зона инвазии патологической ткани в её окружение. Все морфологически установленные случаи инвазивного роста опухоли проявляли сосудистое усиление при допплерографии. В наблюдении травмированного доброкачественного образования с усилением сосудистого рисунка его окружения – морфологически в области края опухоли выявлен лимфоидный инфильтрат. В единичных наблюдениях с кистозными включениями в краевых участках быстро увеличившихся злокачественной и доброкачественной опухолей имело место сосудистое усиление без морфологических признаков опухолевого роста – за счёт реактивных изменений тканей, вызванных внутриопухолевым кровоизлиянием и участком воспаления.

Заключение. Серошкальная эхография не позволяет убедительно констатировать наличие инвазивного роста опухоли. В отсутствии клинико-анамнестических указаний на возможность неопухолевой сосудистой гиперемии вокруг новообразования - локальное усиление сосудистого структурного компонента указывает на инвазивный процесс (местноинвазивный либо злокачественный).

Магнитно-резонансная томография в оценке эффективности радикальной химиолучевой терапии местнораспространенного рака шейки матки

Зидиханов Д.И., Ларюков А.В., Шакирова Э.Ж., Миндубаев Э.Ю., Иванов А.Р., Закиров И.И.
ГАУЗ "Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан имени профессора М.З. Сигала".
Казанская государственная медицинская академия - филиал ФГБУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет".
г. Казань.
mf469777@yandex.ru

Обоснование. Стандартом лечения местнораспространенного рака шейки матки является радикальная химиолучевая терапия (рХЛТ). Сохранение остаточной опухоли после завершения рХЛТ является фактором развития рецидива и основной причиной смертности. Ряд авторов рассматривает адъювантную гистерэктомию при сохранении остаточной опухоли после рХЛТ как одну из возможностей снижения количества рецидивов. При этом роль хирургии остается дискутабельной, так как ее выполнение сопряжено с высоким риском послеоперационных осложнений. Наиболее раннее выявление остаточной опухоли по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) после рХЛТ при местнораспространенном раке шейки матки определяет дальнейшую тактику ведения пациенток и является одним из критериев отбора пациенток на операцию.

Цели и задачи. Разработать подходы к МР-визуализации при местнораспространенном раке шейки матки для оценки эффективности рХЛТ (поиска остаточной опухоли на ранних сроках после завершения лечения) и выбора дальнейшей тактики ведения пациенток.

Материалы и методы. С 2019 по 2021 г. проанализированы 189 пациенток с местнораспространенной формой рака шейки матки. МРТ выполнялась через 6-8 недель после завершения рХЛТ – с целью наиболее раннего выявления остаточной опухоли. Пациентки с подозрением на остаточную опухоль по МР-данным и/или клиническим, лабораторным и цитологическим данным, были прооперированы. Пациентки без признаков остаточной опухоли по МР-визуализации, а также, по клиническим, лабораторным и цитологическим данным, оставались на динамическом наблюдении.

Результаты и обсуждение. При первичной МРТ у всех пациенток была выявлена местнораспространенная форма заболевания (T2a-T3b, по TNM 8-й версии).

При контрольной МРТ, выполненной на 6-8 неделе после завершения рХЛТ, признаки остаточной опухоли выявлены у 59 пациенток и отсутствовали у 130 пациенток. При этом в группе полного ответа в 4 случаях были получены лабораторные и цитологические данные в пользу остаточной опухоли.

В результате отбора по клиническим, лабораторным, цитологическим и инструментальным (по МРТ) критериям прооперированы 52 пациентки – совпадение лучевых и постоперационных данных отмечено в 35 случаях: 31 истинно положительных и 4 истинно отрицательных случая; расхождение лучевых и постоперационных данных отмечено в 17 случаях: 13 ложноположительных 4 ложноотрицательных случая. На динамическом наблюдении оставалось 109 пациенток (с МР-признаками остаточной опухоли – 9, без МР-признаков остаточной опухоли - 100), которые были включены в группу истинно отрицательных случаев, так как в течение всего времени наблюдения оставались без

признаков прогрессирования. Наиболее эффективным в выявлении остаточной жизнеспособной опухоли в цервикальной строме являлось сопоставление сагиттальных Т2-ВИ и ранних постконтрастных Т1-ВИ.

Выводы. Магнитно-резонансная томография, выполненная на ранних сроках (через 6-8 недель) после завершения рХЛТ, продемонстрировала высокую чувствительность (87,5%) и специфичность (81,8%) в оценке эффективности лечения и выявлении остаточной опухоли.

Ультразвуковая диагностика опухолевого поражения стенки желудка

Сниткин В.М., Шолохов В.Н., Самсонова Н.Г., Синюкова Г.Т., Бердников С.Н., Махотина М.С., Ковалева Е.В.
МКНЦ им. А.С. Логинова, город Москва
snitkinvm@yandex.ru

Цель работы: оценить возможности ультразвуковой диагностики в оценке различных гистологических типов опухолевого поражения стенки желудка.

Материал и методы исследований: в исследование включено 22 пациента с верифицированным опухолевым поражением желудка. Всем пациентам выполнялось ультразвуковое исследование стенки желудка, гастроскопия и компьютерная томография органов брюшной полости. При использовании лучевых методов исследования оценивались следующие параметры: локализация опухоли, толщина инфильтрации стенки, протяженность опухолевой инфильтрации, местную распространенность.

Результаты исследования: средний возраст пациентов составил 65,5 лет. Чаще всего опухоль локализовалась в антральном отделе желудка (10 пациентов, 45,5%). У 12 пациентов диагностирована аденокарцинома (54,5%), у 10 - подслизистое образование (45,5%) и у 2 - лимфома желудка (9%). При сравнении толщины опухоли и протяженности по данным РКТ и УЗИ, были получены следующие результаты: средняя толщина опухоли по данным УЗИ составила 26,6 мм, протяженность 57,1 мм. По данным РКТ толщина опухоли составила 29,7 мм, протяженность 59,1 мм. При выполнении гастроскопии, протяженность опухолевой инфильтрации или не отмечалась в протоколе, или приводились примерные размеры с разбросом +-5 мм, и, как правило, указанные размеры были меньше, чем показатели данных РКТ и УЗИ в 1,7 раза. По данным гастроскопии оценить толщину инвазии стенки без использования эндоУЗИ практически не представляется возможным. Также отмечались сложности с визуализацией подслизистых образований по данным гастроскопии. В 2 случаях (9%), ультразвуковая диагностика была первичной методикой, позволившей визуализировать подслизистое образование желудка.

Заключение: Использование современных высокочастотных линейных датчиков, позволяет дифференцировать пятислойное строение стенки желудка и при детальном, прицельном исследовании желудка, позволяет визуализировать инфильтрацию, утолщение и нарушение дифференцировки слоев стенки желудка. При правильной технике сканирования и детальной оценке всех доступных исследованию отделов желудка, ультразвуковая диагностика позволяет заподозрить опухолевую патологию и вовремя направить пациента на дообследование. К сожалению, имеются ограничения методики при исследовании кардиального отдела и области дна желудка, а также области пищеводно-желудочного перехода, ввиду анатомических особенностей.

Оценка нового визуализационного признака в качестве предиктора IDH-мутаций при глиальных опухолях

Маслов Н.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия;

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург, Россия.

atickinwallsome@gmail.com.

Цель

Анализ предиктивной способности новой нейровизуализационной характеристики глиальных опухолей как потенциального маркера IDH-мутаций.

Материал и методы

Ретроспективный анализ данных МРТ (T2, T2-FLAIR, T1-CE; индукция магнитного поля 1,5 и 3 Тл) 49 пациентов с глиомами и впоследствии идентифицированным IDH-статусом без предшествующего лечения за 2021-2023 гг. из архива ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ (n=31) и ГБУЗ «СПб КНпЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова» (n=18); оценка прогностической способности нового МР-паттерна с использованием инструментов предиктивного анализа.

Результаты

В 2021 г. Patel S.H. et al. разработали удобный в использовании МР-паттерн для неинвазивного прогнозирования IDH-статуса глиальных опухолей – подавление сигнала от жидкости в контраст-негативной части опухоли (Fluid attenuation in non-contrast enhancing tumor – далее «Faincet»). Данный визуализационный маркер применяется по отношению к контраст-негативному компоненту образования и статистически достоверно соотносится с IDH-мутацией при условии наличия зоны гипоинтенсивного МР-сигнала в структуре контраст-негативного участка на T2-FLAIR, характеризующегося гиперинтенсивностью на T2-ВИ. За основу был взят известный феномен «T2-FLAIR mismatch», зарекомендовавший себя как высокоспецифичный предиктор IDH-мутантных астроцитом. Зоны некроза, гиперклеточности и гиперваскуляризации, зачастую наличествующие в структуре глиом, демонстрируют визуализационные характеристики, несопоставимые с его применением: Foltyn M. et al. в 2020 г. обнаружили, что данный МР-паттерн не соблюдался ни в одном из 295 случаев глиобластомы, 5 из которых были IDH-мутантными (по классификации ВОЗ опухолей ЦНС 2016 г.). Несмотря на то, что феномен «Faincet» аналогичным образом связан с наличием зоны несоответствия гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ и гипоинтенсивного – на T2-FLAIR, для его применения отсутствует необходимость соблюдения данного принципа большей частью опухоли.

Таким образом, вышеописанный признак визуализации имеет больший потенциал применения по отношению к морфологически неоднородным образованиям.

На основе сформированной базы данных нами был осуществлён предиктивный статистический анализ, в результате которого выявлена высокая прогностическая способность «Faincet» относительно наличия IDH-мутаций: данный признак соблюдался в 14 из 22 случаев IDH-мутантных образований и при 4 из 27 опухолей IDH-дикого типа ($p<0,001$).

Заключение

Нами подтверждена высокая прогностическая способность МР-паттерна «подавление сигнала от жидкости в конраст-негативной части опухоли», однако, по причине его неприменимости при отсутствии контраст-негативного компонента, необходима разработка предиктивного признака, эффективность которого не будет зависеть от структурных особенностей новообразования.

Радиогеномный подход к интерпретации традиционных данных магнитно-резонансной томографии при глиальных опухолях

Маслов Н.Е., Труфанов Г.Е., Моисеенко В.М., Валенкова Д.А., Ефимцев А.Ю., Плахотина Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия;

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург, Россия;

Центр Цифровых Телекоммуникационных Технологий Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия;

Лечебно-диагностический центр международного института биологических систем имени Сергея Березина, Санкт-Петербург, Россия.

atickinwallsome@gmail.com.

Цель

Выявление визуализационных характеристик, прогностически эффективных в отношении определения наличия мутаций и уровней экспрессии молекулярно-генетических маркеров при глиальных опухолях, а также характеризующихся отсутствием ограничений по применимости в зависимости от видимых морфологических особенностей новообразования, с использованием классических импульсных МР-последовательностей.

Материал и методы

Ретроспективный анализ данных МРТ (T2, T2-Tirm, T1, T1-CE, SWI, DWI, ADC; индукция магнитного поля 1,5 и 3 Тл) 49 пациентов с глиомами и впоследствии идентифицированным статусом целевой переменной без предшествующего лечения за 2021-2023 гг. из архива ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ (n=31) и ГБУЗ «СПб КНпЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова» (n=18); препроцессинг исходных МР-изображений по методике сопоставления гистограмм; определение и посрезовая полуавтоматизированная сегментация зон интереса с последующей экстракцией присущих им радиомических характеристик; поиск радиомических признаков, обладающих прогностической способностью в отношении целевой переменной с точки зрения их производительности и стабильности для прогнозирования, с помощью предиктивного статистического анализа.

Результаты

Обнаружено, что параметр Dependence Entropy (DE) связан с IDH-статусом со значением $p<0,01$. Прогнозный анализ основывался на логистической регрессии для получения вероятности принадлежности каждого образования к группе IDH-мутантных. В качестве регрессионной модели использовался алгоритм Least Absolute Shrinkage and Selection

Operation. Штрафной коэффициент (лямбда) выбран таким образом, чтобы быть максимально экономным, обеспечив ошибку оценки ниже одного стандартного отклонения от минимальной, полученной при 10-кратной перекрёстной проверке.
Производительность модели рассчитывалась путём построения ROC-кривой на основе бутстреп-пересчёта (100 итераций): площадь под кривой – 0.766 [0.627-0.880].

Заключение

Согласно обновлённой классификации ВОЗ опухолей центральной нервной системы (2021) и данным исследований, IDH-мутация при глиомах ассоциирована с большей общей выживаемостью - так, в качестве целевой молекулярно-генетической характеристики был определён IDH-статус.
Соблюдая принцип использования доступных методик нейровизуализации, данные извлекались из изображений, взвешенных по T2-Tirm.
В связи с необходимостью стандартизации исходных данных, осуществлялся их препроцессинг по методике сопоставления гистограмм.
Для ускорения сегментации и минимизации разночтений, возникающих при выделении структурных компонентов новообразования и влияющих на количественные показатели при разработке и использовании статистической модели, в качестве зон интереса определены участки гиперинтенсивности на T2-Tirm, кистозные и некротические компоненты, ассоциирующиеся с опухолевым поражением.
Выявлена статистически достоверная взаимосвязь радиомической характеристики DE и IDH-статуса глиом.

Технология машинного обучения в диагностике очаговых изменений печени

Мисюрин А.С., Чернобривцева В.В., Моисеенко В.М.
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова»
misuyrin.aleksandr@gmail.com

Введение:

Впервые выявленные очаговые изменения представляют значительные трудности в диагностике и маршрутизации пациентов. Своевременное обнаружение и точная классификация этих новообразований имеют решающее значение, например, для пациентов с колоректальным раком. Последние достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения открыли путь для инновационных подходов, таких как нейронные сети, улучшающие и ускоряющие диагностику подобных изменений. В этом выступлении будет представлен промежуточный этап работ по созданию подобной программы, способной высказывать предположение о степени злокачественности выявленного очагового изменения.

Актуальность:

Очаговые изменения и новообразования в печени являются актуальной глобальной проблемой здравоохранения, значимо снижая качество жизни с выявленными изменениями. Традиционные методы диагностики, включая визуализацию и биопсию, имеют ограничения по точности и эффективности. Разработка автоматизированной системы с использованием нейронных сетей открывает большие перспективы для решения этих проблем. Используя возможности искусственного интеллекта и алгоритмов глубокого обучения, мы можем

потенциально улучшить обнаружение и классификацию новообразований печени, обеспечивая своевременные виды вмешательств и персонализированные стратегии лечения.

Цель исследования:

Основной целью данного исследования было изучение эффективности метода дифференцировки впервые выявленных очаговых изменений в печени с помощью нейронных сетей. Мы стремились оценить потенциал этого подхода в повышении точности диагностики, снижении субъективности и создании условий для раннего вмешательства. Сравнивая эффективность нейронных сетей с традиционными методами, мы стремились подчеркнуть преимущества и ограничения этой инновационной технологии.

Материалы и методы:

Мы провели ретроспективный анализ большого набора данных, включающего исследования визуализации печени, отчеты о патологии и клинические данные более 400 пациентов. В набор данных вошли случаи с подтвержденным диагнозом новообразований печени, включая гепатоцеллюлярную карциному, холангиокарциному и метастатические поражения. Архитектура нейронной сети, использованная в данном исследовании, представляла собой сверточную нейронную сеть (CNN), которая известна своей способностью извлекать сложные характеристики из медицинских изображений. CNN была обучена на подмножестве набора данных, проверена с помощью методов перекрестной валидации и оценена на независимом тестовом наборе. Для оценки эффективности модели были рассчитаны такие показатели, как точность, чувствительность, специфичность и площадь под кривой (AUC).

Результаты:

Наше исследование продемонстрировало многообещающие результаты в отношении обнаружения и классификации новообразований печени с помощью нейронных сетей. CNN достигла значимой точности и чувствительности на тестовых выборках. Эти показатели сопоставимы с традиционными методами диагностики, что говорит о том, что нейросетевой подход способен значительно улучшить процесс принятия клинических решений и результаты лечения пациентов.

Выводы:

Применение нейронных сетей для обнаружения и классификации новообразований печени имеет большие перспективы в клинической практике. Результаты данного исследования показывают, что нейронные сети могут эффективно анализировать медицинские изображения и помогать медицинским работникам в точной диагностике и персонализированном планировании лечения. Повышенная точность, скорость и объективность, обеспечиваемые этим подходом, способны произвести революцию в области лечения новообразований печени. Тем не менее, для широкого внедрения необходимо провести дальнейшие исследования и проверку на больших и разнообразных наборах данных.

Статистический анализ количественных характеристик медицинских изображений для дифференциальной диагностики заболеваний лёгких

И.В. Молодкин, С.А. Рыжкин, Т.Р. Измайлов
ФГБУ «НМХЦ им. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия;
ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России, Москва, России;
Институт физики Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, Россия.
tian.08@mail.ru

Цель: В докладе представлены результаты исследования количественных характеристик контура шаровидных образований лёгких (ШОЛ) на предмет использования в дифференциальной диагностике.

Материалы и методы: Проведены исследования двумерного массива денситометрических параметров, полученных при обработке томографических медицинских изображений пациентов с верифицированными диагнозами. В работе рассмотрены заболевания легких: рак и туберкулез. В исследовании приняли участие данные 49 и 26 пациентов с заболеваниями раком и туберкулёзом легких, соответственно. Для каждого обследованного пациента получали набор срезов томографических изображений со всем объемом ШОЛ. База данных составляет 982 среза злокачественных новообразований (получено от 49 пациентов) и 493 среза через образования, имеющие туберкулезную природу (получено от 26 пациентов). Предложен принцип построения контуров шаровидных образований в лёгких. С помощью спектрального анализа получены количественные характеристики контуров: спектральная энтропия, мультиплетность, количество локальных максимумов, функция сигнатур полярного угла поворота радиус-вектора. Проанализирована статистическая значимость различий значений этих характеристик контуров ШОЛ, при различных заболеваниях (раке и туберкулезе).

Результаты: Применено самостоятельно разработанное программное обеспечение для расчёта необходимых количественных характеристик контуров ШОЛ. В работе выявлены статистические различия характеристик контура, при различных патологиях лёгких, рассмотренных в рамках исследования. В связи с неоднозначным поведением полученных характеристик, при исследовании на нормальность, было предложено разработать тест для проверки возможности использования изучаемых характеристик для дифференциальной диагностики ШОЛ с использованием параметрической статистики (из-за визуального сходства) и непараметрической статистики (из-за отсутствия нормальности). Уровень критической значимости $p<0,05$. Результат проверки нулевой гипотезы, в обоих случаях (критерий Стьюдента и критерий Манна-Уитни), прошли все, вышеописанные характеристики, кроме – количество локальных максимумов. Вероятность ошибки первого рода для этой характеристики составила 0,14, что выше критического значения.

Заключение: Полученные количественные характеристики шаровидных образований в легких могут войти в систему помощи врачу в диагностике, с некоторыми ограничениями. Параметр «Количество локальных максимумов» не может использоваться в дифференциальной диагностике, но возможно, при увеличении выборки результат изменится. Следует помнить, что не существует единого диагностического признака, основанного на количественной характеристике изображения, который бы сразу определял вид патологии. Только набор таких функций позволит провести качественную диагностику.

Мультимодальная диагностика метастатического поражения сердца при аденокарциноме простаты осложненного массивной тромбоэмболией легочных артерий

Муравлева А. М.
ГБУЗ ВОККЦ, г. Волгоград
aniuta.guskova@yandex.ru

Цель: представить редкий случай метастазирования аденокарциномы простаты в миокард правого желудочка с развитием паранеопластического гиперкоагуляционного синдрома в виде массивной тромбоэмболии легочных артерий.

Материалы и методы: пациент М., 60 лет, поступил в кардиологическое отделение с жалобами на выраженную одышку при физической нагрузке, давящие боли за грудиной и эпизоды учащенного сердцебиения в течение нескольких месяцев. ОИМ, ОНМК и онкозаболевания в анамнезе отрицает.

Результаты: лабораторные данные при поступлении: лейкоциты 10,7х10 9/л; СОЭ 40 мм/час; С-реактивный белок 12; Д-димер>5. Маркеры вирусных гепатитов и ВИЧ отрицательные.

По данным Эхо-КГ пациента в полости правого желудочка лоцируется гиперэхогенное флотирующее образование, создающее обструкцию правого желудочка на уровне базального и среднего отделов (PG 36 mmHg), а также ВТПЖ (PG 20 mmHg).

На КТ-ангиопульмонографии установлена массивная тромбоэмболия легочных артерий с формированием двусторонней инфаркт-пневмонии и правостороннего гидроторакса.

На МРТ сердца визуализируется флотирующее образование правого желудочка, занимающее 2/3 полости правого желудочка, с распространением фрагментов в ВТПЖ и правую легочную артерию. Образование неоднородно накапливает контрастный препарат.

На КТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства выявлено увеличение внутрибрюшных лимфоузлов с формированием конгломератов, без компрессии окружающих структур.

По данным УЗИ органов малого таза отмечаются диффузные изменения предстательной железы без увеличения ее объема.

Несмотря на проводимую антикоагулянтную терапию у пациента отмечалось нарастание дыхательной недостаточности. В оперативном вмешательстве решением консилиума отказано в связи с высоким риском развития послеоперационных осложнений.

На фоне продолжающейся инотропной поддержки, ИВЛ, инфузии допамина и вазопрессорных препаратов у пациента развились острая сердечно-сосудистая недостаточность и остановка кровообращения. Констатирована биологическая смерть пациента.

По данным гистологического исследования выявлено злокачественное новообразование предстательной железы с имплантационными метастазами эндокарда правого желудочка и опухолевым тромбозом легочных артерий (аденосквамозная аденокарцинома).

Заключение: описанный клинический случай представляет собой исключительно редкий вариант метастазирования аденокарциномы простаты в миокард правого желудочка, по настоящее время остающийся одной из самых малоизученных тем в литературе.

Подобные случаи, осложненные массивной тромбоэмболией легочных артерий,имеют плохой прогноз выживаемости, поэтому пациентов с образованиями сердца неясного генеза и симптомами дыхательной и сердечной недостаточности необходимо тщательно обследовать для коррекции терапии и планирования возможного оперативного вмешательства.

«Слепые зоны» при интерпретации компьютерных томограмм области головы и шеи

Нечаев В. А.
Россия, г. Москва, ГБУЗ «Городская клиническая онкологическая больница №1 ДЗМ»
dfkz2005@gmail.com

Цель исследования: определить наиболее часто встречающиеся анатомические зоны, в которых не описываются патологические изменения при анализе компьютерных томограмм (КТ) области головы и шеи.

Материалы и методы. Ретроспективно проанализировано 64 КТ исследования области головы и шеи, выполнявшиеся с целью первичной оценки онкологического процесса различной локализации и в которых при первоначальной интерпретации отсутствовало описание дополнительных патологических изменений. Данные изменения могли бы повлиять на тактику лечения пациента или потребовать проведения консультации смежных специалистов или дополнительного обследования. Все случаи были верифицированы после проведения повторного лучевого исследования в 77% случаев или при ретроспективном анализе – в 23% случаев. Время от проведенного первичного исследования до выявления пропуска патологии в среднем составило 119 дней.

Результаты. В результате проведенного анализа было выделено несколько анатомических зон, в которых патологические ошибки были не описаны первоначально: интракраниально (n=5; 7,8%), околоносовые пазухи (n=6; 9,4%), мягкие ткани шеи (n=34; 53,1%), верхние отделы легких и средостения (n=11; 17,2%), костные структуры (n=8; 12,5%). Среди мягких тканей шеи (n=34) наиболее часто при первичной оценке исследований отсутствовало описание патологии брахиоцефальных артерий, преимущественно гемодинамически значимых стенозов внутренних сонных артерий – в 38,2% случаев, образований больших слюнных желез – в 29,4% случаев, вторично измененных лимфоузлов – в 26,5% случаев и изменения щитовидной железы – в 5,9%. В верхних отделах легких (n=6; 9,4%) не указывались признаки первичного или вторичного онкологического процесса, а в верхнем средостении (n=5; 7,8%) – аневризма аорты или лимфаденопатия внутригрудных лимфоузлов. В околоносовых пазухах (n=6; 9,4%) незамеченными остались преимущественно воспалительные изменения (n=5) и образование (n=1).

Заключение. Таким образом, к наиболее часто встречающимся «слепым зонам» при анализе КТ исследований области головы и шеи можно отнести оценку брахиоцефальных артерий, больших слюнных желез, лимфоузлов шеи, верхних отделов легких и средостения, околоносовых пазух, интракраниальных и костных структур. Знание этих особенностей может улучшить процесс анализа компьютерных томограмм области головы и шеи врачами-рентгенологами.

Оптическая когерентная томография в дифференциальной диагностике новообразований придаточного аппарата глаза

Ткачева М.С.
ФГБУ «Национальный исследовательский центр онкологии» МЗ РФ, Ростов-на-Дону
tmy08@mail.ru

Цель исследования: изучение роли оптической биопсии в дифференциальной диагностике неопластических, воспалительных и дистрофических процессов переднего отрезка и придаточного аппарата глаза.

Материал и методы. В исследование включены 440 пациентов (478 глаз) с воспалительными, дистрофическими и неопластическими поражениями переднего отрезка и придаточного аппарата глаза. Всем больным проводилось стандартное офтальмологическое обследование, по показаниям - общеклиническое обследование, лучевая диагностика (УЗИ, МРТ, КТ, ПЭТ/КТ), цитологическая, морфологическая и иммуногистохимическая верификация процесса. Оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего отрезка выполнялась на приборе DRI OCT-Triton (Topcon). Для изучения нормальной томографической картины конъюнктивы, субконъюнктивы, эписклеры, склеры, слезного мясца, слезной железы, интермаргинального пространства и кожи ресничного края, тарзальной и орбитальной частей век проведена ОКТ 100 пациентам в возрасте от 5 до 85 лет без патологических изменений указанных зон.

Результаты исследования. В зависимости от локализации процесса и сходства клинической картины все пациенты условно были разделены на 4 дифференциально диагностические группы. В группу с суб- и интраконъюнктивальными образованиями включили пациентов с лимфопролиферативными заболеваниями, лимфангиомой, пролапсом орбитальной клетчатки, липодермоидом, хемозом конъюнктивы различной этиологии, лимфостазом и дакриопсом. Группу с пигментированными и псевдопигментрованными поражениями составили пациенты с меланомой и гемангиомой конъюнктивы, экстрабульбарным расширением увеальной меланомы, невусом и первично приобретенным меланозом конъюнктивы, меланоцитозом, стафиломами и инородными телами склеры. В группу с эпителиальными и субэпителиальными поражениями вошли больные с дисплазиями эпителия и папилломами конъюнктивы, птеригиумом, пингвекулой, эписклеритом. В четвертую группу объединили пациентов с доброкачественными и злокачественными новообразованиями кожи и ресничного края век.

Заключение. Патологические процессы, возникающие в придаточном аппарате глаза, имеют уникальные индивидуальные особенности, выявляемые с помощью оптической когерентной томографии, позволяющие использовать их в дифференциально-диагностических целях. Данные ОКТ сопоставимы с результатами морфологических исследований и позволяют предположить доброкачественный или злокачественный характер патологического процесса, оценить его локализацию относительно эпидермиса кожи век, эпителия конъюнктивы и роговицы, а также степень вовлеченности других структур. Также ОКТ может способствовать выбору наиболее безопасной, удобной и информативной локализации для выполнения инцизионной или эксцизионной биопсии. Проведенное исследование позволяет рекомендовать оптическую биопсию для дифференциальной диагностики, оценки эффективности лечения, определения границ и уровня инвазии новообразования.

Сроки восстановления контрастирования и кровотока после отмены бевацизумаба при противорецидивной терапии глиом 3-4 грейда.

Смирнова А.В., Громова Е.А., Плахотина Н.А., Ткачев А.М., Смирнова А.А.
Медицинский институт им. Березина Сергея, 2ООО “ТММ-КЛИНИК”
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет" Минздрава РФ.
Смирнова Алина Вячеславовна. Санкт-Петербург. Медицинский институт им. Березина Сергея.
smirnova_alina@bk.ru

Цель:
Выявить закономерности и оценить восстановление кровотока и контрастного усиления при терапии рецидива глиом 3-4 грейда после отмены антиангиогенной терапии.
Материалы и методы:
За период с 2019 г. по 2023 г. в исследовании приняли участие 33 пациента с рецидивами глиом 3-4 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 было оценено контрастирование опухолей, а также объёмные (CBV) и скоростные (CBF) показатели кровотока сразу перед назначением антиангиогенной терапии и после её отмены. Исследования проводились на 1,5 Т и 3,0 Т томографах с использованием T13D до и после контрастирования, T2* перфузии. Для оценки интенсивности нарастания сигнала после введения контрастного вещества использовался индекс яркости сигнала (Brightness Index - BI). BI - соотношение между интенсивностью сигнала на Т1 ВИ после введения контрастного вещества в зоне поражения и интенсивностью сигнала в неизмененной части мозга контралатерального полушария. Постпроцессинг осуществлялся с использованием рабочей станции SINGO.VIA с помощью технологических процессов: neuro 3d, MM oncology, MR neurology.
Результаты:
На фоне применения бевацизумаба BI имел значения в диапазоне от 1,0 до 1,2. При восстановлении ангиогенеза после отмены анти-VEGF препарата BI постепенно повышался до значений 1,3-1,9, практически достигая при этом исходного уровня контрастно усиленного МР сигнала. Повышение значений CBV было отмечено лишь в одном случае из всех наблюдений, через 6 месяцев после отмены бевацизумаба и было обусловлено прогрессированием основного процесса и подтверждено с помощью ПЭТ с метионином (ИН составил 3,0). Во всех остальных случаях зоны с восстановленным контрастированием после введения контрастного вещества сопровождались гипоперфузией и были обусловлены постлучевой реакцией и нарастанием явлений радионекроза. Было установлено, что во всех случаях частичное восстановление контрастного усиления отмечалось в течение 3-5 месяцев после отмены бевацизумаба и полностью восстанавливалось к 9 месяцу наблюдения. Также было отмечено, что у пациентов в возрасте до 40 лет восстановление этих параметров происходит раньше, чем в более старшей возрастной группе.
Заключение:
Рецидивирующие глиомы высокой степени злокачественности имеют плохой прогноз и ограниченные возможности лечения, включая повторную резекцию, системную терапию и повторное облучение. Анти-VEGF, препараты, используемые в противорецидивной терапии глиом, вызывают эффект псевдоответа, который характеризуется снижением контрастного

усиления, снижением значений CBV, CBF. Для достоверного выявления продолженного роста опухоли необходимо учитывать, что в период от 3 до 5 месяцев после отмены бевацизумаба эти параметры контрастирования и кровотока частично восстанавливаются. Таким образом их возобновление не всегда будет означать рецидив опухоли и может соответствовать проявлениям постлучевой реакции.

Дифференциально-диагностические возможности текстурного анализа компьютерных томограмм при гастроинтестинальных стромальных опухолях и лейомиомах желудка.

Мартиросян Э.А., Кармазановский Г.Г., Нечаев В.А., Куликова Е.А.
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая онкологическая больница № 1 Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «ГКОБ №1 ДЗМ»), Москва
Федеральное государственное бюджетное учреждение «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, Москва
robatik2009@mail.ru

Актуальность. Лечение неэпителиальных опухолей желудка осуществляется в соответствии с гистологическим типом. Лейомиомы, будучи доброкачественными образованиями, обычно бессимптомны и не метастазируют. Такие опухоли, если они меньше 5 см, как правило, имеют благоприятный исход и обычно не требуют хирургического вмешательства. Более агрессивная хирургическая тактика в отношении гастроинтестинальных стромальных опухолей (ГИСО) оправдывает себя, она основана на стратификации риска, а не на размере образования. Однако из-за схожей рентгенологической картины и клинических проявлений, предоперационная дифференциальная диагностика лейомиом и ГИСО сложна. Поэтому точное дифференцирование ГИСО и лейомиом имеет решающее значение для планирования дальнейшей тактики ведения пациента.

Цель исследования. Изучить возможности текстурного анализа (радиомики) в диагностике и дифференциальной диагностике ГИСО и лейомиом желудка, анализируя имеющуюся мировую научную литературу.

Материалы и методы. Проведен поиск опубликованных статей в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science по ключевым словам – gastrointestinal stromal tumors, leiomyomas, radiomics. В наш обзор вошли 4 мета-анализа, 16 оригинальных статей.

Результаты. Текстурный анализ является перспективным инструментом для количественной оценки гетерогенности образований на рентгенологических изображениях, извлекая дополнительные данные, которые не могут быть оценены с помощью визуального анализа. Были изучены возможности применения текстурного анализа для дифференциальной диагностики ГИСО с другими новообразованиями желудочно-кишечного тракта, стратификации риска и прогнозирования исхода после хирургического лечения, а также оценки мутационного статуса у ГИСО. Дифференциальная диагностика ГИСО должна проводиться с другими мезенхимальными опухолями желудка (шваннома, лейомиома), а также со злокачественными опухолями (аденокарцинома, лимфома), однако количество таких публикаций не велико. Опубликованные исследования по текстурному анализу ГИСО продемонстрировали отличную воспроизводимость полученных моделей.

Выводы. Отсутствие стандартизации и различия в методологии исследования затрудняют применении радиомики в клинической практике. В перспективе, текстурный анализ может

стать полезным инструментом для первичной оценки опухолей желудка, сократив время постановки диагноза и определение тактики ведения до проведения биопсии, а также предотвратить неправильное лечение.

Разработка алгоритма дифференциация рецидивирующей глиальной опухоли и лучевого некроза с использованием признаков радиомики.

Шершевер А.С., Дайнеко Е.А., Соловьева С.Н., Сурова Е.Е., Аскарова Е.Ф.
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург,
ГБУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер», Екатеринбург

Аннотация. Актуальной нейрохирургической проблемой является идентификация рецидива глиомы головного мозга и лучевого некроза, ввиду отсутствия патогномоничных признаков для данных патологических процессов на раннем этапе после ХЛТ (до 6 месяцев). Для решения данной проблемы применяются методики компьютерной обработки МР-снимков, дифференциация ЛН и ГОГМ в которых основывается на различие признаков радиомики, однако эти методы не показывают высокой точности.

Цель. Разработка и практическая апробация методики дифференциальной диагностики лучевого некроза и рецидивирующей глиальной опухоли на МРТ изображениях на основе анализа и подбора новой комбинации признаков радиомики.

Материалы и методы. Разработка пакета алгоритмических, структурных и математических моделей предлагаемого решения. Практическая реализация и апробация методики в рамках МР-диагностики 108 пациентов с глиальными опухолями Grade III, IV в ходе динамического наблюдения - через 1,3,6,9,12 месяцев после оперативного вмешательства и курса ХЛТ.

Результаты. В результате исследования была отобрана комбинация признаков радиомики, лежащая в основе предлагаемой методики; выполнена практическая апробация методики, по результатам которой установлена высокая точность дифференциации рецидива и лучевого некроза на МРТ-изображениях (98,1%).

Заключение. В исследовании была разработана методика дифференциации рецидива и некроза, на основе новой комбинации признаков радиомики. Результаты апробации представленной методики позволяют утверждать о её высокой эффективности в диагностике, способствуя, улучшению показателей выживаемости пациентов с глиомами Grade III-IV в результате своевременной корректировки лечебной тактики.

Применение томосинтеза для диагностики пневмо-, гидро- и пневмогидроторакса в послеоперационном периоде у онкологических больных после торакальных оперативных вмешательств

Дышлюк Т.Л., Чёрная А. В., Багненко С. С., Буровик И.А., Зайцев А.Н., Вьюн И.Д.
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург
tatyanadyshdyuk@mail.ru

Цель работы: оценить возможности использования томосинтеза в диагностике пневмо-, гидро- и гидропневмоторакса у пациентов торакального отделения в послеоперационном периоде.

Материалы и методы: В анализируемую группу вошло 74 человека, прооперированных на торакальном отделении. Для оценки пневмо-, гидро- и гидропневмоторакса в послеоперационном периоде всем пациентам выполнялась рентгенография (РГ) органов грудной клетки (ОГК) и цифровой томосинтез (ТС), который позволяет детально оценить плевральную полость несмотря на суммационный эффект и эмфизему мягких тканей грудной стенки при РГ.

Результаты: В анализируемой группе чувствительность при выявлении пневмоторакса на рентгенограммах составила 71,4%, при ТС 97,9%; специфичность 56,0% против 88,0%, а точность 66,2% против 94,6%. Прогностическая точность положительных результатов (ПТПР) РГ составляет 76,0%, ТС 94,1%. Прогностическая точность отрицательных результатов (ПТОР) при ТС 95,6%, РГ 50,0%.

Гидроторакс и осумкованная жидкость при РГ определялись у 53 человек, при ТС у 63. Чувствительность на РГ составила – 81,5%, при ТС – 96,9%; специфичность 33,3% и 55,6%, точность - 75,6% и 91,9%, соответственно. ПТПР при РГ – 89,8%, при ТС – 94,0%. ПТОР при ТС – 71,4%, что значимо выше, чем при РГ– 20,0%.

Гидропневмоторакс выявлялся у 15 человек по данным РГ, у 23 человек при ТС. Чувствительность - 55,6%, при ТС 85,2%; специфичность 91,5% и 93,6%, соответственно; а точность 78,4% и 90,5%, соответственно. ПТПР при РГ составляет 78,9%, при ТС 88,5%. ПТОР при выполнении РГ 78,2%, против 91,7% при ТС.

Заключение: Томосинтез является не только эффективным методом первичной диагностики заболеваний ОГК, но и эффективным методом выявления осложнений после оперативного вмешательства, таких как пневмоторакс, гидроторакс и гидропневмоторакс.

Нефрометрические шкалы: перспективы развития.

Пивсаева В.М., Шатохина М.Г.
Центр амбулаторной онкологической помощи ОМС СПб ГБУЗ «Городская поликлиника №3»
ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова»
199004, Санкт-Петербург, 3-я Линия В.О., д. 50
dr.pivsaeva@gmail.com, meri260976@mail.ru

Цель: оценить динамику развития нефрометрических шкал в рамках разрешающих способностей диагностики, анализируя наиболее перспективные их направления и выявить актуальность полученных данных с позиции хирургориентированных методик в контексте онкоурологической проблемы.

Материалы и методы: Нами была выполнена ретроспективная оценка 28 существующих нефрометрических систем оценки образований почек, которые были опубликованы в базах данных PubMED, Research Gate, e-liberary, Elsevier за период 2009-2023гг.

Результаты: По данным клинических рекомендаций хирургическому лечению подлежат пациенты с локализованными формами рака (УУР – А, УДД – 1). На стадиях cT1-T2, при наличии технической возможности, рекомендованы органосохраняющие операции. Радиочастотная или криоабляция применяется у пациентов с почечноклеточным раком на cT1aN0M0 в возрасте старше 75лет и/или имеющих тяжелые сопутствующие, конкурирующие заболевания, и/или ассоциированные с высоким операционным риском (УУР – С, УДД – 2) . При стадировании заболевания используются оценки по шкалам PADUA (6 критериев) и RENAL (5 критериев). Для оценки целесообразности проведения аблативных процедур используется шкала mRENAL (5 критериев). Шкала SPARE является модификацией шкалы PADUA и по результатам полученных нами данных сопоставима также с оценкой RENAL. Шкала SPARE обладает меньшим количеством переменных (4 критерия), но аналогичной прогностической способностью относительно сложности проведения резекции и наличию послеоперационных осложнений, что говорит о перспективности ее использования. Также, для наглядной предоперационной подготовки, перспективной считается идея перехода от двумерных систем оценки к построению 3D-моделей с возможностью 3D печати. При этом на смену обычным 3D-объемам, автоматически создаваемым на рабочих станциях рентгенологов, приходят сверхточные, индивидуальные модели с поддержкой искусственного интеллекта, что позволяет оценить сосудистую анатомию в области резекции, улучшает визуализацию эндофитного компонента образования и окружающих структур. Оценка методики проведения и целесообразности резекции лапароскопическим доступом образований почечного синуса, в том числе при наличии единственной почки, проводится по системе ROADS, однако послеоперационная функция почек и среднесрочные онкологические исходы с ее оценкой не связаны.

Выводы: Нефрометрические шкалы служат для определения степени сложности и потенциальной резектабельности образований почек, стандартизации параметров оценки и нивелирования вариабельности трактовки результатов. Определять анатомические взаимосвязи, особенности области оперативного вмешательства можно как на традиционных двумерных изображениях с применением нефрометрических шкал, так и на 3D моделях. В РФ шкала RENAL является наиболее используемой, так как на фоне простоты и эффективности применения, помимо прогнозирования групп риска при планировании резекции почки, позволяет оценить степень сложности проведения аблативных процедур и используется при

стадировании заболевания. Шкала SPARE, по сравнению с RENAL, PADUA, сохраняет прогностическую точность при меньшем количестве переменных, но не утверждена клиническими рекомендациями РФ. Появление шкалы для оценки возможности лапароскопической резекции образований синуса ROADS позволяет оценить степень сложности оперативного вмешательства, в том числе при наличии единственной почки, но данная шкала также не одобрена Научно-практическим Советом Минздрава РФ.

Компьютерная томография для дооперационной оценки сосудистой анатомии ободочной кишки и оценки длины культи подвздошно-ободочной артерии после правосторонней гемиколэктомии

Холева А.А., Агабабян Т.А., Невольских А.А., Авдеенко В.А., Иванов С.А., Каприн А.Д.
Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.
an.net-07@mail.ru

В настоящее время лапароскопические технологии активно применяются при выполнении резекций по поводу новообразований ободочной кишки ввиду несомненных преимуществ перед открытыми операциями. Однако, при лапароскопических операциях идентификация сосудистой анатомии часто затруднена вследствие ограниченного поля обзора в связи с чем возникает необходимость оценки особенностей кровоснабжения ободочной кишки на дооперационном этапе. Кроме того, существует заинтересованность клиницистов в поиске дополнительных маркеров для оценки проведенного хирургического лечения, в том числе выполненного объема лимфодиссекции (D2 и D3) при правосторонней гемиколэктомии. Широкие возможности современной компьютерной томографии (КТ) позволяют изучить сосудистую анатомию мезентериального бассейна на дооперационном этапе, а также визуализировать культю подвздошно-ободочной артерии после операции.

Цель работы: Оценка вариантов ветвления верхней брыжеечной артерии и типов строения ствола Генле у пациентов с опухолями правой половины ободочной кишки, оценка длины культи подвздошно-ободочной артерии по данным компьютерной томографии

Материал и методы исследования: Первую группу (n=40) составили пациенты, которым на дооперационном этапе была выполнена оценка ангиоархитектоники мезентериального бассейна. Во вторую группу (n=45) были включены пациенты из базы Центра, которым была выполнена ретроспективная оценка расположения подвздошно-ободочной артерии по отношению к верхней брыжеечной вене и оценка ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии по данным дооперационной КТ, а также оценка фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии после правосторонней гемиколэктомии по данным послеоперационного КТ-исследования.

Результаты: В первой группе пациентов вентральное расположение a. ileocolica по отношению к верхней брыжеечной вене (ВБВ) было выявлено у 22 пациентов из 40 (55%), дорзальное расположение – у 18 из 40 (45%). Правая ободочная артерия, самостоятельно отходящая от верхней брыжеечной артерии, визуализирована в 17,5% случаев. Ствол Генле визуализирован у 37 из 40 пациентов (92,5%). Во второй группе пациентов вентральное расположение a. ileocolica по отношению к верхней брыжеечной вене было выявлено у 19 пациентов из 45

(42%), дорзальное расположение – у 26 из 45 (58%). При дорзальном расположении a. Ileocolica относительно ВБВ: ожидаемая длина культи составила 11 мм (4-19 мм), фактическая – 7 мм (2-22 мм); при вентральном расположении a. Ileocolica относительно ВБВ: ожидаемая длина культи составила 2 (0-9 мм), фактическая – 13 (6-33 мм).
Заключение: Компьютерная томография (КТ) является неинвазивным методом, позволяющим до операции оценить анатомию мезентериального бассейна и измерить ожидаемую длину культи подвздошно-ободочной артерии у пациентов с опухолями правой половины ободочной кишки, после операции – оценить фактическую длину культи подвздошно-ободочной артерии.

Определение зависимости объема хирургического вмешательства от данных маммографии с контрастным усилением

Чёрная А. В., Ульянова Р. Х., Багненко С. С., Криворотько П.В., Жильцова Е.К., Зайцев А.Н., Дышлюк Т.Л., Вьюн И.Д.
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург
dr.chernaya@mail.ru

Цель работы: определить зависимость объема хирургического вмешательства на молочных железах (МЖ) при раке молочной железы (РМЖ) от данных маммографии с контрастным усилением (СЕМ).
Материалы и методы: был проведен проспективный анализ результатов обследования 438 женщин в возрасте от 21 года до 86 лет, у которых зависимость объема хирургического вмешательства от данных СЕМ была проведена у группы пациенток - 99 человек, которым проводился хирургический этап лечения в центре, из них 66 пациенткам без предварительного проведения неоадъювантной терапии (НАХТ). СЕМ осуществлялась на цифровом маммографе после введения йодсодержащих рентгеноконтрастных препаратов с помощью инжектора контрастной среды.
Результаты: из 154 пациенток, у которых при гистологическом исследовании верифицировали злокачественное образование МЖ, 99 женщин подверглись хирургическому лечению в нашем центре. В этой группе было 69 пациенток без предварительной НАХТ и 30 после проведённой НАХТ. По данным выполненной маммографии мастэктомия (МЭ) планировалась 58, а органосохраняющую операцию (ОСО) – 41 женщине. В дальнейшем нами последовательно проводилась СЕМ всем пациенткам для уточнения объёма хирургического вмешательства. После получения данных СЕМ отмечалась смена объёма хирургического вмешательства у 17 (17,2%) больных. В группе больных, которым предполагалась МЭ, у 6 (10,3 %) пациенток объём хирургического вмешательства был изменен на ОСО. Напротив, в группе больных, которым планировалась ОСО, 11 (26,8 %) пациенткам в дальнейшем была выполнена МЭ.
Заключение: причинами завышения распространенности опухолевого процесса при маммографии были вторичный отёк МЖ, эффект суммации железистой ткани с опухолевым узлом и пролиферативных изменений. Таким образом, после выполнения СЕМ, в группе из 99 женщин МЭ была выполнена у 63, а ОСО у 36 женщин. Поэтому в 26,8 % случаев СЕМ приводит к эскалации хирургического лечения и в 10,3 % – к деэскалации.

Возможности сдвигововолновой эластрометрии в оценке паренхимы печени у пациентов с механической желтухой

Шаева А. В., Мамошин А. В.
БУЗ Воронежской области «Воронежский областной клинический онкологический диспансер»
БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница»
boofee@yandex.ru

Цель. Обосновать возможность применения эластографии сдвиговой волны (ЭСВ) при исследовании печени у пациентов с механической желтухой (МЖ) пред- и послеоперационном периодах.

Материалы и методы. В исследование включено 42 пациента: 24 – с онкопатологией гепатопанкреатобилиарной зоны (ГПБЗ), осложненной МЖ (в пред- и послеоперационном периодах), и 18 - без патологии ГПБЗ (группа контроля). Обследовано 12 человек в предоперационном периоде (планирование проведения минимально инвазивных вмешательств (МИВ), и 12 – в послеоперационном периоде.

Всем пациентам проведено комплексное обследование. Оценка тяжести МЖ производилась согласно классификации Э. И. Гальперина (2012). Проведено УЗ-обследование в В-режиме с использованием ЭСВ. Выполнялась оценка индекса массы тела (ИМТ) во избежание влияния иных факторов на показатель жесткости печени.

Результаты: В группе контроля средний возраст исследуемых - 48,6±11,4 лет, ИМТ – 22,6±1,8 кг/м2. Биохимические показатели были в пределах нормы (средние значения: общий билирубин – 12,4±4,4 мкмоль/л, АЛТ – 19,7±4,1 Ед/л, АСТ – 20,2±3,5 Ед/л). Эхографическая картина – без патологии, среднее значение ЭСВ печени – 1,3±0,1 м/с.

Средний возраст пациентов в группе предоперационного периода – 62,5±8,2 года, ИМТ – 23±1,5 кг/м2, средняя длительность МЖ – 14,2±9,5 суток. При распределении по классу тяжести МЖ все исследуемые пациенты отнесены к классу «В». У всех пациентов этой группы отмечалась элевация уровня биохимических показателей (средние значения): общий билирубин – 192,1±97,4 мкмоль/л, АЛТ - 199,2±113,3 Ед/л, АСТ - 191,6±80,1 Ед/л. При УЗ-исследовании у всех пациентов отмечались гепатомегалия, повышение эхогенности паренхимы, внутри- и внепеченочная билиарная гипертензия. Среднее значение ЭСВ - 2,1±0,2 м/с.

Средний возраст пациентов в предоперационном периоде – 63,3±8,2 года, ИМТ – 22,2±2,0 кг/м². У 6 исследуемых биохимические показатели были в пределах нормы, у 7 отмечалась элевация таковых. Средние значения лабораторных показателей: общего билирубина – 42,9±31,5 мкмоль, АЛТ – 43,1±27,8 Ед/л, АСТ – 35,3±13,6 Ед/л. При эхографии у 1 пациента выявлена гепатомегалия, у остальных размеры - в пределах нормы. Изменение эхогенности паренхимы печени наблюдалось в 100% случаев, актуальная билиарная гипертензия – у 6 пациентов. Однако после проведения МИВ и купирования клинико-лабораторных проявлений МЖ у исследуемых сохранялась высокая жесткость паренхимы печени по данным ЭСВ, среднее значение – 2,0±0,2 м/с.

По литературным данным после проведения МИВ наблюдается снижение жесткости паренхимы печени от первоначальной и нормализация биохимических показателей.

Выводы. ЭСВ может быть дополнительным диагностическим критерием в оценке функционального состояния печени в пред- и послеоперационном периодах у пациентов с МЖ. Учитывая данные литературы и полученные результаты, необходима дополнительная

оценка показателей ЭСВ паренхимы печени после анте- и ретроградных МИВ в различные временные интервалы послеоперационного периода.

Разработка численных методов персонифицированной дозиметрии внутреннего облучения в радионуклидной диагностике и терапии

Барабанов Д.Д.
ООО «Центр ПЭТ-Технолоджи», Екатеринбург, Россия
barabanovdd@yandex.ru

Введение

В последние годы наблюдается значительный прогресс в области медицинских изображений и обработки данных, а также в развитии технологий параллельных вычислений, таких как графические процессоры (GPU). В связи с этим, актуальной задачей является разработка программного пакета, который позволяет решать задачи внутренней дозиметрии на основе файлов DICOM медицинских изображений, обрабатывать входные данные и выполнять расчеты на GPU.

Цель работы

Цель данной работы – создать программное обеспечение для расчёта доз внутреннего облучения при радионуклидной диагностике и терапии с учётом индивидуальных особенностей каждого пациента и на основании клинических данных ПЭТ/КТ и/или ОФЭКТ, и провести дозиметрическую оценку внутреннего облучения различными РФП. Существующие на текущий момент методы оценки формализованы для антропоморфных фантомов без учёта индивидуальной биокинетики распределения РФП.

Материал и методы исследования

В рамках проводимого исследования разработана программа на языках Python и C++, использует библиотеки pydicom, numpy, CUDA, openCV, которая выполняет конвертацию изображений DICOM модальностей PT и CT в массивы цифровых данных и преобразует их в воксельную модель, выполняет параллельные вычисления внутренней дозиметрии воксельной модели пациента на графическом процессоре. Автоматически сегментируются заданные органы, происходит привязка координаты вокселя к биокинетическим свойствам конкретного органа. Также выполняется обратный рендеринг для оперативной оценки качества сегментации.

Для учёта гетерогенности (многослойности и неоднородности) среды применяется алгоритм Брэзенхэма (трассировки лучей) - для каждой пары вокселей определяется промежуточная гетерогенная среда в трехмерном пространстве, а также трёхэкспоненциальная гетерогенная модель дозового фактора накопления Bd по модели Д.Л. Бродера с усреднением по факторам накопления каждого слоя с весом равным оптической толщине слоя.

Результаты исследования

В результате работы программы формируются:

- трёхмерная восксельная дозовая модель внутреннего облучения с пространственным распределением дозы;
- информационный файл с указанием поглощённой дозы в сегментированных органах, разделением дозы от беты и гамма излучения, процента накопленной активности в органе относительно введённой активности.

Заключение

Разработка собственной программы предоставляет исследователю уникальные возможности для адаптации и оптимизации расчетов внутреннего облучения. Это позволяет учитывать специфические потребности исследования, использовать последние научные результаты.

Демонстрация системы дозиметрического планирования лучевой терапии ООО «Русатом Цифровое здравоохранение»

Ананьина А. В., Багова С. З.
ООО «Русатом цифровое здравоохранение»
ФГБУ РНЦРР МЗ РФ
НИИ Урологии и Интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина

Система дозиметрического планирования лучевой терапии ООО «Русатом цифровое здравоохранение» состоит из нескольких модулей, или рабочих пространств, и позволяет провести все необходимые операции для проведения пациенту лучевой терапии, начиная от заведения его в электронную базу данных и до обеспечения гарантии качества индивидуальных планов.

Рабочее пространство «Пациенты» позволяет производить необходимый комплекс действий для работы с базой пациентов – создавать и удалять их, загружать данные исследований из областного сервера или других источников. Так же в этом модуле происходит создание анатомических моделей и добавление лечебных планов.

Пространство «Оконтуривание» содержит основной необходимый инструментарий для создания контуров мишеней и органов риска: кисти (жёсткой и деформируемой формы), карандаш, инструмент для создания геометрических форм и трансформации существующих контуров. Оконтуривание можно производить на любой из трех анатомических проекций. Представлены инструменты для создания отступов, структур стенок, а также совершения логических операций.

Модуль «Регистрация» позволяет совмещать изображения различных модальностей: КТ, МРТ, ПЭТ-КТ для более эффективного и точного определения объёмов облучения, а также границ критических структур. В рамках проекта возможно проведении жёсткой ручной регистрации изображений вышеуказанных модальностей между собой, в так же автоматическое совмещение для КТ-КТ изображений.

Данная система предназначена для объёмного планирования и позволит реализовывать методики 3Д-конформного облучения, ЛТМИ, ЛТМО. Для расчёта распределения возможно использование двух анатомических моделей – прохождение тонкого луча (PBC, Pencil beam commission) и свертку конуса (CCC, Collapsed cone convolution) . Так же имеется возможность создания верификационных планов и модуль для ввода в эксплуатацию оборудования.

Демонстрация онкологической информационной системы ООО «Русатом Цифровое здравоохранение»

Багова С. З., Ананьина А. В.
ООО «Русатом цифровое здравоохранение»
НИИ Урологии и Интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина
ФГБУ РНЦРР МЗ РФ

Онкологическая информационная система является необходимым дополнением к системе планирования лучевой терапии и служит для логистики пациентов, сбора статистики о проведённом или планируемом лечении, создания заданий для сотрудников отделения и прослеживаемости манипуляций с больными.

ОИС имеет связь как с облачным хранилищем данных для получения и отправки данных пациентов (личные данные, диагностические изображения, данные о планах лечения и отчёты о проведённых процедурах), так и интеграцию с системой дозиметрического планирования для передачи информации о намерениях и протоколах лечения. Готовые и утверждённые планы из СПЛ поступают в ОИС и далее могут быть отправлены для реализации на аппарате.

В ОИС возможно создание протоколов лечения с описанием объёмов облучения, заданием РОД и количества фракций, что применимо к каждому пациенту в конечном итоге ускоряет процесс подготовки к лечению и минимизирует вероятность ошибок на этом этапе. Система содержит информацию о всех пациентах, проходящих или проходивших лечение, позволяет эффективно распределять поток больных в отделении и прослеживать процесс лечения каждого на всех этапах.

ОИС имеет возможность задания расписания работы всех сотрудников и кабинетов отделения с возможностью предварительной записи пациента и получения отчетов и комментариев о проведённых процедурах. Система разрабатывается в виде веб-интерфейса, доступ к которому можно получить с любых мобильных устройств, что позволит специалистам эффективнее взаимодействовать как с больным, так и между собой. Также предусмотрена возможность оповещения пациентов о предстоящих посещениях посредством электронной почты.

Метод статистического сэмплирования для быстрого и точного построения гистограмм дозы-объёма

Мироненко Ф. Д., Вороненко Е. В.
RefleXion Medical, Inc Hayward, CA US
fmironenko@reflexion.com, yvoronenko@reflexion.com

DVH (dose-volume histogram) для распределения дозы лучевой терапии являются одной из основных метрик качества облучения и широко используются врачами для анализа и утверждения планов лечения. Основными факторами, влияющими на точность DVH, являются разрешение сетки, на которой задана доза, и размер VOI (volume of interest), для которого DVH вычисляется. Большинство известных подходов к расчету DVH страдают от низкой точности на маленьких VOI или требуют больших вычислительных затрат. Мы разработали новый рандомизированный алгоритм для быстрого и точного расчета DVH и сравнили его с наиболее распространённым алгоритмом получения точного DVH.

Для каждого VOI наш алгоритм генерирует набор случайно и равномерно расположенных внутри данного VOI точек, интерполирует значения имеющейся дозы на каждую из них и вычисляет DVH, имея полученное уточнённое распределение дозы. Основным параметром алгоритма является среднее количество случайных точек в одном вокселе сетки, или частота дискретизации. Чем выше частота дискретизации, тем точнее становится сгенерированный DVH и тем меньше он зависит от конкретного выбора случайных точек.
Для определения точности DVH было использовано искусственное распределение дозы на сетке размером 1мм и три синтетических VOI: большая сфера (радиус 15мм), маленькая сфера (радиус 5мм) и узкий цилиндр (радиус сечения 3мм). Предложенный алгоритм при этом сравнивался с известным и широко используемым методом, основанном на регулярном подразбиении сетки на более мелкую. Правильный DVH был получен аналитически и точность каждого из алгоритмов вычислялась как максимальное абсолютное отклонение посчитанного DVH от аналитического на всём диапазоне доз. В случае маленькой и большой сфер рандомизированный метод при частоте дискретизации равной 7 генерирует в два раза более точный DVH, чем регулярное разбиение сетки с коэффициентом 5 (т. е. каждый воксель разбивается на 5^3=125 более маленьких, что соответствует частоте дискретизации 125). В случае цилиндрического VOI новый метод с частотой дискретизации 7 генерирует такую же точность как регулярный метод с коэффициентом 5.
Таким образом, предложенный метод вычисляет более точный DVH, работая при этом на порядок быстрее. Несмотря на то, что в его основе лежит рандомизированное сэмплирование, частоты дискретизации равной 7 достаточно для того, чтобы сгенерированный DVH не зависел от выбора случайных точек.

Перспективы стереотаксической лучевой терапии при первичных и олигометастатических опухолевых поражениях легких

Арсеньев А.И., Новиков С.Н., Канаев С.В., Антипов Ф.Е., Зозуля А.Ю., Новиков Р.В., Мельник Ю.С., Пономарева О.И., Арсеньев Е.А., Ильин Н.Д., Мережко Ю.О., Аристидов Н.Ю.
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
andrey.arseniev@mail.ru

Введение. Активное внедрение скрининга обеспечивает увеличение доли пациентов с ранними формами рака лёгкого (РЛ). Значимой задачей является повышение эффективности лечения олигометастатических поражений легких.
Цель. Оценка эффективности и безопасности стереотаксической лучевой терапии (СТЛТ) у больных с РЛ и олигометастазами в легких.
Материалы и методы. СТЛТ в качестве единственного локального метода лечения проведена у 92 больных, из них 58,7% пришлось на пациентов с ранним РЛ (I-IIA стадия; T1-2N0M0) и 41,3% на олигометастазы. Эквивалентная СОД всегда была более 100Гр. При расположении опухолевого очага в периферических отделах легкого использовался режим РОД=20Гр до СОД=60Гр за 3 фракции, при парамедиастинальном расположении - РОД=13,5Гр до СОД=54Гр за 4 фракции. Ежефракционно контролировалось положение мишени с помощью компьютерной томографии в конусном пучке линейного ускорителя.

Результаты. Средняя величина смещения мишени в вертикальном продольном и латеральном направлениях составила 2,5 мм; 3,2мм и 1,7 мм, соответственно. При сравнении дозиметрических планов установлено что средние отличия в объемах облученного ипсилатерального легкого при синхронизации дыхания и без составили: V20 – 0.5% (0-1,3%), V10 – 1.3% (0-3%) и оказались статистически не значимыми ($p>0,05$). Локальный контроль (ЛК) после проведения СТЛТ при НМРЛ достигал 96,3%, а при ОМПЛ – 95,2%. Клинически значимых лучевых реакций, и осложнений не зафиксировано. У 5 пациентов развился лучевой пульмонит 1-2 ст.

Заключение. Использование СТЛТ при раннем РЛ и олигометастазах в легких характеризуется значительной эффективностью и безопасностью, позволяя добиваться весьма высоких показателей ЛК при приемлемой токсичности. Проведение СТЛТ у ряда больных возможно на протяжении всего дыхательного цикла без синхронизации, что не приводит к существенному увеличению лучевой нагрузки на оставшийся объем легкого.

Эндобронхиальная внутрипросветная брахитерапия высокой дозы мощности в лечении центрального рака лёгкого

Гагуа К.Э., Арсеньев А.И., Новиков С.Н., Барчук А.А., Канаев С.В., Новиков Р.В., Тарков С.А., Нефедов А.О., Зозуля А.Ю., Антипов Ф.Е., Ильин Н.Д., Арсеньев Е.А., Мельник Ю.С., Семилетова Ю.В., Аристидов Н.Ю.

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

Санкт-Петербург

andrey.arseniev@mail.ru

Актуальность. Центральный рак легкого нередко определяют низкое качество жизни и неудовлетворительные результаты лечения больных.

Цель. Оптимизировать алгоритмы лечения пациентов с опухолевым поражением центральных бронхов и трахеи.

Материалы и методы. Внутрипросветная высокодозная брахитерапия (ВБТ) использована в лечении 142 больных, распределенных в 4 группы: 1) самостоятельный метод – у 38 (26,8%) пациентов; 2) ВБТ с последующим проведением дистанционной лучевой терапии (сочетанная лучевая терапия – СЛТ) – у 36 (25,4%); 3) ВБТ в комбинации с химиотерапией – у 47 (33,1%) и 4) СЛТ в комбинации с химиотерапией (ХТ) – 21 (14,8%). У 81 (57,0%) пациента предварительно были произведены эндотрахеобронхиальные операции (ЭТБО) в условиях гибкой и ригидной бронхоскопии с целью реканализации просвета для обеспечения доставки аппликатора с изотопом к зоне интереса. ВБТ проводилась с источником иридия-192 (5-10 Кюри) до суммарной очаговой дозы 21-28 Гр, в режиме 1 раз в неделю по 7 Гр. Дистанционная ЛТ выполнялась в режиме обычного фракционирования.

Результаты. Проведение ВДБ позволило достичь объективного ответа и контроля симптомов при IIIA стадии в 93,1%, при IIIB – в 88,4%, а при IV – в 71,4%. В целом, без лечения медиана выживаемости (МВ) не превышала 3 мес., после только ЭТБО – 4 мес., при ВБТ достигала 14 мес., СЛТ - 14,5 мес., а СЛТ с ХТ – 16,3 мес. ($p<0,001$). Своевременное проведение комбинированного лечения позволило существенно снизить число нестабильных реканализаций и избежать стентирования дыхательных путей – с 30% до 3%.

Заключение. Комбинированное лечение опухолевых поражений центральных бронхов и трахеи с использованием ВБТ отличается эффективностью и безопасностью, что позволяет добиться увеличения продолжительность жизни пациентов и улучшить её качество.

Неудачи локального контроля метастазов колоректального рака в печень при использовании стереотаксической лучевой терапии. Кто виноват и что делать?

С.В. Голуб, А.В. Шкуратов, Д.С.Романов.
ООО «Медскан». 119421, Россия, г. Москва, ул. Обручева, д. 21 А.
Российский университет дружбы народов. 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.
ЧУЗ «ЦКБ «РЖД-Медицина», 129128 Россия, Москва,ул.Будайская 2.
ООО «Центр Инновационных Медицинских Технологий», 115191, Россия, Москва, Духовский пер., д.22б
tosergeygolub@gmail.com

В последние десятилетия колоректальный рак остается одним из наиболее распространенных онкологических заболеваний, ставящим перед медицинским сообществом вызов в поиске эффективных методов борьбы с отдаленными олигометастазами. Одной из ключевых проблем, с которой сталкиваются врачи и пациенты, является появление метастазов в печени, одной из «излюбленных» локализаций метастазов колоректального рака.

Среди инновационных подходов к борьбе с метастатическим колоректальным раком в печени выделяется стереотаксическая лучевая терапия, представляющая собой методику, объединяющую в себе преимущества радиотерапии и хирургического вмешательства. В данном докладе мы рассмотрим современные перспективы и достижения в области стереотаксической лучевой терапии при лечении метастазов колоректального рака в печень, основываясь на данных и опыте, накопленном в отделении лучевой терапии клиники Медскан. Всего нами было проанализированно 35 курсов стереотаксической лучевой терапии метастазов колоректального рака в печень. Несмотря на значительные успехи в развитии лучевой терапии и ее применении в лечении метастазов колоректального рака, нами было выявлено несколько пациентов, у которых после проведенного лечения не был достигнут локальный контроль.

В данном докладе изложены основные подходы и методики, которые были использованы для лечения данной когорты пациентов, а также сделана попытка разобраться, при каких условиях лучевая терапия может оказаться неэффективна, какие факторы могут повлиять на исход лечения.

Искусственный интеллект в автооконтуривании. Радиотерапевты не нужны?

А.В. Шкуратов, С.В. Голуб, А.П. Черняев, Ю.С. Кирпичев.
ООО «Медскан». 119421, Россия, г. Москва, ул. Обручева, д. 21 А.
Российский университет дружбы народов. 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.
Кафедра физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1.
Отдел ядерно-физических методов в медицине и промышленности, НИИЯФ МГУ, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1.
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», 127051, Россия. ул. Петровка, д. 24, стр. 1
andrew.shkuratov@yandex.ru

Искусственный интеллект (ИИ) и системы автооконтуривания имеют значительный потенциал для оптимизации расходования трудовых ресурсов отделений радиотерапии. Автоматизация с использованием искусственного интеллекта способна значительно сократить затрачиваемое время на создание контуров органов риска и лечебных объемов, что в свою очередь увеличивает доступное время для дозиметрического планирования медицинскими физиками.

На ранних этапах развития радиотерапии врачи-радиотерапевты создавали контуры структур вручную, используя данные медицинской визуализации, таких как рентгенограммы и КТ-сканы. С постепенным увеличением производительности и доступности вычислительных мощностей, в практику вошли полуавтоматизированные методы оконтуривания, часто интегрированные в системы планирования, стало возможным создавать первые автоматические структуры по плотности ткани (например, легкие, кости, поверхность тела пациента).

Следующим шагом стало создание атласов анатомических структур, созданных на основе референсных медицинских изображений большой группы оконтуренных пациентов. Такие атласы систематизировали информацию об анатомии и органах риска, а с помощью аналитических сравнительных алгоритмов система научилась оконтуривать типичные анатомические структуры на изображениях.

С появлением технологии нейросетей и искусственного интеллекта автоматическое оконтуривание постепенно переходит на значимо новый уровень. Для обучения нейросетей и искусственных интеллектуальных моделей собираются большие объемы медицинских изображений с контурами, созданными врачами-радиотерапевтами. Эти данные используются для обучения моделей. Модели глубокого обучения, такие как нейронные сети, обучаются анализировать изображения (анализировать текстуры, определять и использовать анатомические признаки) и самостоятельно создавать контуры органов риска и лечебных объемов.

Как и любой другой, этот метод имеет как свои очевидные достоинства (сокращение времени на оконтуривание, снижение процента рутинных ошибок), так и неоднозначные недостатки (отсутствие единого стандарта машинного обучения, критериев гарантии качества, потенциальный риск снижения востребованности в большом штате врачей-радиотерапевтов, создание дополнительной «прослойки» между пациентом и реализацией лечебного плана).

В данном докладе рассмотрены основные особенности современных систем автоматического оконтуривания основанных на ИИ в практике врача-радиотерапевта, их положительные и отрицательные стороны, а также определены условия, при которых использование искусственного интеллекта в рутинной практике позволяет значительно ускорить процесс подготовки пациента к старту лучевого лечения.

Роль роботизированной стереотаксической трансторакальной биопсии в современной диагностике новообразований органов грудной полости

Костицын К.А., Арсеньев А.И., Нефедов А.О., Барчук А.А., Арсеньев Е.А., Гагуа К.Э., Мортада М.М., Нефедова А.В., Тарков С.А., Новиков С.Н., Семилетова Ю.В., Аристидов Н.Ю., Рязанкина А.А.

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

kirillkosticin@gmail.com

Введение. Легочные узлы выявляются у 25% обследуемых, подвергающихся компьютерной томографии (КТ) органов грудной полости, а с внедрением скрининга рака легкого (РЛ) вопрос о целесообразности уточнения их природы становится всё более актуальным.

Цель. Определить чувствительность, специфичность и безопасность метода чрескожной трансторакальной биопсии (ТТБ) узловых образований лёгких с различными способами навигации иглы.

Материалы и методы. ТТБ выполнены 63 больным с периферическими раком лёгкого (РЛ) трепан-иглами 14-18G под местной анестезией.

Результаты Чувствительность метода в целом составила 87,3% (95%CI:76,89-93,42%). В группе больных, которым выполнялась роботизированная стереотаксическая биопсия чувствительность составила 90,6% (95%CI:75,32-96,59%) а при традиционным контролем рентгенотелевидения - 83,9% (95%CI:67,19-92,61%), при одинаковой специфичности 100%. Статистически значимых отличий в чувствительности метода между двумя группами установить не удалось (p=0,47). При выполнении роботизированной ТТБ отмечена более высокая стоимость расходных материалов и существенно большее (на 17 минут) среднее время процедуры (p=0,012). Однако она более безопасна для пациента (точность биопсии) и персонала (снижение лучевой нагрузки), не требует использования средств защиты и наличия большого опыта у исполнителей. Пневмоторакс возник у 11,0% (95%CI:9.0-14.0%) пациентов, а у 5,6% (95%CI:5,0-6,2%) потребовалось дренирование плеврал ьной полости.

Выводы Трансторакальная биопсия продолжает оставаться одним из основных способов диагностики патологических процессов в органах грудной полости, а современные способы навигации трепан-игл позволяют получить достаточные по объёму образцы патологической ткани для последующего полноценного морфологического исследования, позволяющего индивидуализировать и оптимизировать алгоритмы лечения.

Оптическая система сканирования поверхности тела пациента как метод контроля точности позиционирования мишени облучения

Мычко Д.Д., Семковский С.К., Шевцов Н.А., Чирец М.Е.
Учреждение здравоохранения «Минский городской клинический онкологический центр», г. Минск, Республика Беларусь
ddmychko@gmail.com

Цель исследования – оценить точность позиционирования мишени облучения при использовании оптической системы сканирования поверхности (surface guided radiotherapy [SGRT]) и стандартной системы позиционирования с применением лазерных центраторов (laser-based setup radiotherapy [LSRT]).

Материал и методы. В исследовании использованы данные 152 пациентов, проходивших лучевую терапию рака молочной железы, злокачественных новообразований органов грудной полости и малого таза. Для 74 пациентов позиционирование осуществлялось с применением LSRT, для 78 – с использованием SGRT. При SGRT фиксирующие маски не использовались, проекции лазерных центраторов на кожу не наносились.

Точность позиционирования при LSRT и SGRT в общей когорте и группах, выделенных с учетом зоны облучения, оценивалась при помощи компьютерной томографии конусным пучком. Допустимыми считали смещения относительно изоцентра по высоте (Oz), в поперечном (Ox) и продольном (Oy) направлениях, не превышающие 5 мм и ротацию по осям менее 3°. В ходе исследования выполнено 897 томограмм конусным пучком.

Статистический анализ проводился с применением критерия Mann-Whitney. Различия сравниваемых показателей признавались статистически значимыми при уровне значимости $p<0,05$.

Результаты. Сравнительный анализ не выявил достоверных различий между LSRT и SGRT по величине отклонения от изоцентра по осям Ox, Oy, Oz ($p>0,05$).

Выявлено статистически значимое преимущество LSRT перед SGRT относительно контроля ротации при облучении опухолей малого таза – медианы угла ротации по оси Oz для SGRT и LSRT составили -0,8° (-1,6°; 0,4°) и 0° (-0,8°; 0,7°), p=0,02, по оси Ox – 0,9° (-0,3°; 2,5°) и 0,2° (-1,1°; 1,2°), p = 0,003 соответственно.

У пациентов, получавших лечение под контролем дыхания, отмечено статистически значимое преимущество SGRT перед LSRT – медианы смещения по оси Ox составили 0,1(-2,2; 2,8) и -1,1 (-3,2; 2,2) мм, p=0,032 соответственно.

Полученные отклонения не превысили допустимых значений, в связи с чем LSRT и SGRT были признаны клинически равнозначными.

Заключение. SGRT продемонстрировала высокую точность позиционирования мишени облучения, а также позволила сократить трудозатраты на предлучевую подготовку и лечение пациентов в связи с отсутствием необходимости применения индивидуальных фиксирующих масок и маркировки проекции лазерных центраторов на коже пациента без ухудшения качества лечения.

Исследование эффективности скрининга рака легкого с использованием низкодозной компьютерной томографии

Нефедов А.О., Арсеньев А.И., Беляев А.М., Яблонский П.К., Барчук А.А., Арсеньев Е.А., Мортада М.М., Нефедова А.В., Тарков С.А., Новиков С.Н., Костицын К.А., Семилетова Ю.В., Аристидов Н.Ю., Рязанкина А.А.
ФГБУ «СПб НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург
dr.nefedov@inbox.ru

Актуальность. Только у 15% больных раком легкого (РЛ) заболевание выявляется при I-II стадиях опухолевого процесса, а эффективность лечения напрямую связана со степенью распространения опухоли.

Цель. Продемонстрировать возможность практической организации скрининга РЛ и его эффективность с использованием низкодозной компьютерной томографии (НДКТ).

Материалы и методы. Проведен анализ данных, полученных в ходе когортного исследования 369 бессимптомных участников 55-75 лет с анамнезом курения более 30 лет. В соответствии с действующими клиническими и методическими рекомендациями, статистическими принципами разработан и внедрен протокол скринингового популяционного рандомизированноего исследования эффективности НДКТ «Spiral-001».

Результаты. Патологические изменения в легких при НДКТ обнаружены у 71,8% (n=265) участников, в частности паренхиматозные узлы – у 24,1% (n=89). Очаговые изменения в лёгких, подозрительные на РЛ выявлены у 38% участников, а значительная их доля (19,8%) имела максимальный диаметр более 10 мм. Подтвержден РЛ был у 1,1% от всех участников и у 4,5% от лиц у которых выявлены очаговые образования в лёгких. Существенного психологического дискомфорта от привлечения к обследованию у большинства участников не было (69,4%; n=256; p=0,0001). В качестве следующего этапа разработан и внедряется протокол рандомизированного исследования «Spiral-001», в которое с 2022 г. будет рекрутировано 1000 человек. Планируется оценить эффективность, безопасность и возможность внедрения риск-ориентированного скрининга РЛ с использованием НДКТ в рутинную практику. В качестве первичной конечной точки исследования будет определение доли РЛ I/II стадии, по сравнению с популяционными данными. Вторичными точками будут: частоты встречаемости интервального рака; доли ложноположительных и ложноотрицательных результатов; эффективность программы отказа от курения; а также затраты на выявление и лечение каждого случая.

Выводы. Предполагается, что внедрение скрининга РЛ позволит увеличить долю пациентов, выявленных на I–II стадиях с 10-20 до 60-65%. При организации скрининга особое внимание следует уделять контролю качества с централизованным мониторингом. Требуется определение, стандартизация и оптимизация диагностического алгоритма дополнительного обследования участников.

Стереотаксическая лучевая терапия при опухолевых поражениях позвоночника

Новиков С.Н., Арсеньев А.И., Зозуля А.Ю., Новиков Р.В., Ильин Н.Д., Антипов Ф.Е., Мережко Ю.О., Пономарева О.И., Мельник Ю.С., Нефедов А.О., Тарков С.А., Аристидов Н.Ю.

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

andrey.arseniev@mail.ru

Актуальность. Стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ) – современный метод, позволяющий быстро и точно доставлять к мишени высокую дозу излучения с минимальным повреждением окружающих здоровых тканей.

Цель. Анализ эффективности и безопасности СТЛТ у больных с опухолевыми поражениями позвоночника.

Материалы и методы. СТЛТ проведена у 106 больных: на первичное (de novo) облучение пришлось 64,2% (n=68), на послеоперационное - 22,6% (n=24), на salvage-терапию при ранее облученных метастазах – 13,2% (n=14). Предпочтение отдавалось мультифракционному режиму 8–9-10 Гр за 3 фракции, или 6–7 Гр за 5 фракций. Реже использовалось облучение за 1 фракцию (16-20 Гр). При определении целевых объемов использовалась 6-секторная схема деления позвонков, а CTV включал соседний неизмененный сектор. Расширение контуров на эпидуральное пространство без его вовлечения не проводилось. Равномерный 3D-отступ при формировании PTV составлял 3 мм и менее с индивидуальной коррекцией. Планирование послеоперационной СТЛТ осуществлялось с учетом предоперационных данных. Перед каждой фракцией проводился контроль положения мишени с помощью компьютерной томографии в конусном пучке линейного ускорителя.

Результаты. Локальный контроль в течении 1 года при первичном (de novo) облучении составил 88,4%, при послеоперационном стереотаксическом облучении – 88,1%, при salvage-терапии – 79,2%. Причем при радиорезистентных метастазах (меланома, саркома, почечно-клеточный рак, колоректальный рак) этот показатель также был высоким 82,7%. Противоболевой эффект составил 81,3% при salvage-терапии и 95,2% в остальных случаях. Клинически значимых лучевых реакций и осложнений не зафиксировано.

Заключение. Использование СТЛТ при опухолевых поражениях позвоночника характеризуется значительной эффективностью и безопасностью, позволяя добиваться весьма высоких показателей ЛК при отсутствие существенных осложнений.

Сочетанная лучевая терапия плоскоклеточного рака слизистой дна полости рта

Петровский Владимир Юрьевич

ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, Москва.

petrvlu2@mail.ru

Цель. Изучение эффективности и переносимости сочетанной лучевой терапии (СЛТ) с применением источников Co60 и Ir192.

Материалы и методы В ФГБУ РНЦРР проведен ретроспективный анализ лечения 101 пациента с диагнозом рака дна полости рта. 1-ю группу (81 пациент) составили больные, которым брахитерапия (БТ) LDR проводилась штырьковым источником Co60 в рамках СЛТ. 2-ю группу (20 пациентов) составили больные, которым БТ HDR проводилась с источником Ir192. Наиболее часто патология выявлена в возрасте 51-60 лет, средний возраст пациентов

составил 53,9г. в 1-й группе и 55,2г. в 2-й группе. По стандированию TNM T3No-T4No преобладали в группах - 100% и 90%, соответственно. Дистанционная лучевая терапия (ДЛТ) проведена на ложе первичной опухоли и регионарный лимфооттоk СОД 36–46 Гр в 1-й группе, в 2-й группе- 40-46 Гр. В 1-й группе БТ с СОД 30-45Гр, в 2-й группе -СОД 30 Гр. Результаты. После проведенной СЛТ в 1-й группе полная регрессия отмечена у 36 (44,4%) пациентов, в 2-й группе — у 13 (65%) пациентов. Лучевые мукозиты IV степени по RTOG у 19 (23,5%) больных в 1-й группе и ни у одного больного в 2-й группе. Остеомиелит диагносцирован у 4 (5%) больных первой группы, в 2-й группе данной патологи не выявлено. Местный рецидив в 1-й группе у 8(9,9%) и метастазирование в регионарные лимфатические узлы у 2 больных (2,5%), в 2-группе-у 4(20%) больных отмечен локальный рецидив. Однолетняя общая выживаемость в 1-й группе составила 93,8%, в 2-й группе - 95% ($\rho>0,05$). Заключение. При БТ Ir192 HDR отмечена меньшая частота тяжелых лучевых осложнений. Различий в однолетней общей выживаемости при сравнении СЛТ Co 60 и Ir192 не выявлено.

Сравнение результатов хирургического лечения и стереотаксической лучевой терапии I стадии рака почки

Сабельникова Ж.Е., Сарычева М.М., Мозерова Е.Я., Важенин А.В., Ложков А.А.
ГАУЗ «Челябинский клинический центр онкологии и ядерной медицины», Челябинск
ФГБОУ ВО «Южно-уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск
jbourakova@mail.ru

Цель: определить результаты лечения I стадии почечно-клеточного рака (ПКР) при проведении операции и стереотаксической лучевой терапии в аспекте показателей локального контроля, выживаемости без прогрессирования, изменения почечной функции.

Материалы и методы исследования: с 2011г. по 2022г. в Челябинском областном клиническом центре онкологии и ядерной медицины хирургическое лечение I стадии рака почки было проведено 115 пациентам – 30 в объеме нефрэктомии и 85 в объеме резекции почки. Стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ) проводилась в случае отказа пациентов от операции или при неоперабельности пациентов из-за сопутствующей патологии. СТЛТ была проведена 55 пациентам с верифицированным T1N0M0 ПКР до суммарной очаговой дозы в 30-45 Гр за 3 фракции. Средний возраст больных в группах был сопоставим – в группе операции 73 года, в группе СТЛТ – 69,9 лет. Средний диаметр опухоли в группе операции – 4,3 см, в группе СТЛТ – 3,5 см.

Результаты: 1-летняя общая выживаемость остается высокой в обеих группах – 98,9% в группе операции и 95,1% в группе СТЛТ, 5-летняя ОВ в группе операции значимо выше – 90,2% против 70% в группе СТЛТ ($p<0,05$). 1-летняя ВБП в группе операции составила 96,9%, в группе лучевой терапии – 93,4%. В группе операции у 4 пациентов (3,5%) после резекции почки возник рецидив в ложе. Частота объективного ответа в группе СТЛТ такова, что у 42 пациентов (75%) по критериям RECIST 1.1 спустя 6 месяцев после СТЛТ зафиксирована стабилизация процесса, в 5% – прогрессирование процесса, у 11 пациентов – частичный ответ. 1-летняя онкоспецифическая выживаемость в обеих группах составила 100%. В среднем скорость клубочковой фильтрации снижалась на 25% в группе операции и на 18% в группе лучевой терапии. Ни в одном случае не требовалось проведения диализа.

Выводы: хирургическое лечение позволяет полностью убрать опухолевый процесс без значимого нарушения почечной функции и должно оставаться основным методом лечения I стадии рака почки. СТЛТ демонстрирует многообещающие результаты в отношении локального контроля и выживаемости без прогрессирования при низкой почечной токсичности и, вероятно, может быть применена при отказе от операции или при наличии противопоказаний к хирургическому лечению.

пыт крупнофракционной лучевой терапии при раке прямой кишки в РОЦ им. проф. Г.В. Бондаря

Н.Г. Семикоз, М.Г. Мутык, А.В. Бондарь, Д.С. Рязанцева
Республиканский онкологический центр имени проф. Г.В. Бондаря МЗ ДНР,
ФГБОУ ВО «Донецкий Государственный Медицинский Университет имени М. Горького» Минздрава России.
semikoz@interdon.net

Цель работы: анализ результатов предоперационной лучевой терапии рака прямой кишки при интенсивном и интенсивно-отсроченном режимах облучения.

Материал и методы исследований: в исследование были включены 996 пациентов с диагнозом рак прямой кишки T3N0-2M0, которые получали лечение в условиях РОЦ им. проф. Г.В. Бондаря. Пациенты распределены на две группы: 573 пациентам была проведена лучевая терапия в интенсивном режиме с РОД 5 Гр, СОД 25 Гр с последующим оперативным лечением в течение 48 часов , 423 пациентам лучевая терапия проводилась по интенсивно-отсроченной программе с РОД 5 Гр, СОД 25 Гр и дальнейшим оперативным лечением через 3 недели. Для визуализации опухоли и определения ее взаимоотношений с окружающими органами и структурами, оценки степени регрессии опухоли и результатов лечения выполнялась магнитно-резонансная томография органов малого таза. На фоне проведения курса лучевой терапии в обеих группах проводилась химиотерапия по схеме 5-фторурацил 425-600 мг/м² + лейковорин 30 мг/м² 1-5 дни в зависимости от соматического статуса пациента.

Результаты исследований: интраоперационные осложнения в группе с интенсивным режимом облучения составляли 3,6+1,6%, в группе интенсивно-отсроченного облучения - 3,1+2.1%. Послеоперационные осложнения статистически значимо не отличались – 12+4,1% и 12,8+3,7 % соответственно. 3-летняя выживаемость в обеих группах была сопоставима - 79,4% в группе интенсивного облучения и 78,1 % в группе интенсивно-отсроченного облучения. В показателях 5-летней выживаемости статистически значимых различий не выявлено – 72,4% и 71,2 % соответственно.

Заключение: Крупнофракционное облучение является эффективным способом неоадьювантной терапии рака прямой кишки. Интенсивный и интенсивно-отсроченный режимы облучения являются сопоставимыми по частоте интра- и послеоперационных осложнений, отдаленным результатам лечения. Однако, при ограниченно-подвижных опухолях прямой кишки предпочтительнее проводить курс химиолучевой терапии по интенсивно-отсроченной программе и выполнять оперативное вмешательство через 3 недели после реализации эффекта от проведенного лечения и стихания токсических и постлучевых реакций.

Непосредственные результаты предоперационной дистанционной лучевой терапии рака прямой кишки: опыт одного учреждения.

Солодкий В.А., Кандакова Е.Ю., Ильин М.А., Мирзаханова И.С.
ФГБУ Российский научный центр Рентгенорадиологии МЗ РФ, Москва, Россия
kayumovainga@yandex.ru

Цель: оценить частоту и степень патоморфологических ответов на проведенное предоперационное лечение.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов предоперационного курса дистанционной лучевой терапии (ДЛТ) 128 больных раком прямой кишки за период 2017 по 2022 год в ФГБУ РНЦРР Минздрава России с медианой возраста 63 года. Результаты сопоставлялись в зависимости от длительности курса ДЛТ: пролонгированный курс ДЛТ и короткий курс (КК) ДЛТ. Критерии включения в исследование: проведение предоперационной ДЛТ в стандартных режимах, выполнение хирургического этапа лечения, последующая оценка лечебного патоморфоза.

Результаты. В данном исследовании медиана наблюдения составила 29 месяцев (диапазон от 1 до 111 мес). Медиана максимального размера первичной опухоли составила 5 см (в диапазоне 0,5 - 16 см), медиана максимального размера опухоли перед операцией по данным МРТ составила 3,5 см. Медиана времени от завершения курса лучевой терапии до операции составила 11 недель. Медиана длительности ДЛТ составила 5 недель. Тотальная неоадъювантная терапия (ТНТ) применялась у 40 % пациентов, а стандартные подходы у 60 %. При оценке степени (ст.) лечебного патоморфоза по Лавниковой у 59% пациентов был ответ 1-2 ст. В группе лечебного патоморфоза 1 ст. у 8 пациентов (6 %) по классификации Mandard патоморфоз отсутствовал полностью. У 16 пациентов (13%) отмечается полный патоморфологический ответ. При КК в рамках ТНТ частота полных патоморфологических ответов оказалась выше, чем при стандартном подходе. Отмечена тенденция к увеличению частоты объективных ответов, а именно, частичной или полной регрессии по данным гистологического исследования в группе больных, у которых время, прошедшее после лучевой терапии до операции составило более 12 недель. Наихудший опухолевый ответ отмечался у пациентов с инициальным размером опухоли более 5 см, а наилучший до 4 см. Учитывая достаточно близкое расположение опухоли к зубчатой линии, выполнить радикальную сфинктеросберегающую операцию не удавалось, пациенты категорически отказывались от экстирпации прямой кишки.

Заключение. С увеличением медианы времени после завершения ХЛЛ до операции увеличивается частота лечебных патоморфозов от наихудшего к наилучшему. Влияние ХЛТ на лечебный патоморфоз позволяют выделить 2 группы пациентов: 1) которые не ответили на проведенное лечение или ответили неудовлетворительно, и 2) группу пациентов у которых был достигнут полный эффект, что требует более углубленной оценки молекулярно-генетического профиля этих пациентов, гистохимического исследования, что в теории должно помочь определить фенотипические особенности опухоли, а это, в свою очередь, поможет выработать дальнейшую тактику лечения.

Типичные дозы облучения при рентгеновской компьютерной томографии в онкологическом учреждении

Чиркова И.Н., Пищухина Е.А., Хоружик С.А.
Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова, Минск, Беларусь
skharuzhyk@nld.by

Цель работы: определить типичные дозы облучения пациентов при рентгеновской компьютерной томографии (КТ) на четырех сканерах в одном онкологическом медицинском учреждении.

Материал и методы. Материалом для исследования стали данные пациентов, проходивших КТ в РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова в период с 20 января по 25 апреля 2022 года на четырех КТ-сканерах, далее обозначаемых КТ1, КТ2, КТ3, КТ4. Данные собирали для следующих наиболее частых в нашем учреждении КТ-исследований: головного мозга (ГМ); грудной клетки (ГК); ГК и брюшной полости (БП); ГК, БП и таза. На каждом сканере собирали информацию для не менее 25 исследований каждого вида. Все исследования проводились без внутривенного контрастного усиления. Из дозиметрических отчетов КТ-сканеров в электронную базу данных для последующей статистической обработки вносили значения следующих дозиметрических показателей: объемный компьютерно-томографический индекс дозы (CTDIvol), произведение дозы на длину (DLP). Мерой биологического риска облучения при КТ-исследовании служит эффективная доза, которая позволяет проводить прямое сравнение между различными видами рентгенодиагностических исследований. Эффективную дозу облучения рассчитывали путем умножения DLP на коэффициента пересчета, установленный для каждой анатомической области. Типичные дозы для CTDIvol, DLP и эффективной дозы устанавливали на уровне медианы значений в выборке.

Результаты. Типичные дозы облучения на КТ1/КТ2/КТ3/КТ4 для ГМ составили: CTDIvol 50,6/57,8/75,5/42,1 мГр, DLP 883,4/907,0/1329,2/630,6 мГр×см, эффективная доза 1,9/1,9/2,8/1,3 мЗв; ГК: CTDIvol 5,2/9,9/12,2/5,0 мГр, DLP 203,5/329,0/428,8/178,7 мГр×см, эффективная доза 2,8/4,6/6,0/2,5 мЗв; ГК и БП: CTDIvol 4,2/9,0/5,7/6,1 мГр, DLP 213,2/461,0/306,3/290,3 мГр×см, эффективная доза 3,2/6,9/4,8/4,4 мЗв; ГК, БП и Таз: CTDIvol 5,2/12,2/6,6/7,6 мГр, DLP 341,4/804,0/465,9/508,3 мГр×см, эффективная доза 5,1/12,1/7,0/7,6 мЗв. При сравнении дозиметрических показателей на четырех сканерах видно, что на сканере 1 значения типичных доз ниже, чем на остальных, что связано с использованием на сканере 1 итерационной реконструкции изображений. Также существенное снижение доз облучения связано с использованием на современных сканерах программ автоматической модуляции силы тока (АМСТ). Выявленные отличия доз облучения на разных сканерах будут использованы для оптимизации протоколов сканирования, дающих наиболее высокую дозу. Установленные типичные дозы будут использованы для установления в дальнейшем национальных диагностических референтных уровней (ДРУ) доз облучения при КТ.

Заключение. Впервые в Республике Беларусь определили значения типичных доз облучения пациентов при КТ-исследованиях, что станет полезным инструментом для оптимизации протоколов сканирования в нашем учреждении и установления национальных ДРУ. Полученные результаты иллюстрируют, что существенное снижение доз облучения происходит при использовании итерационной реконструкции изображений.

Оборудование для контактной лучевой терапии в фокусе технологического суверенитета

Е.В. Шиндякин, С.Л. Кошечкин, А.Г. Ходак, Е.А. Козлов, С.В. Шляпникова, В.С. Кириченко, Д.В. Кириченко, Д.В. Вознесенский
ООО «Сибмер», Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 260/2
ООО «Радиационная техника», Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 260/2
eshindiakin@sibmer.com

Цель работы: Технологии и аппаратура для лучевой терапии развиваются очень стремительно, но российские разработки в области создания такого оборудования существенно отстают от мирового уровня. При этом в условиях возрастающего внешнего экономического давления на нашу страну крайне важно обеспечить независимость от иностранных производителей в области оборудования для лучевой терапии.

Материал и методы исследований: на сегодняшний день в России ведутся активные разработки дозиметрического оборудования, аппаратов для лучевой диагностики, линейных ускорителей и оборудования для брахитерапии. При разработке важно опираться на имеющийся научно-технический задел, но при этом идти в ногу со временем и вовремя отказаться от устаревших технологий. Накопленный опыт с сфере технического обслуживания оборудования для брахитерапии позволили разработчикам аппарата «Сибрэй» по-новому посмотреть на техническую реализацию основных узлов аппарата. Поставленные медико-технические требования включали в себя требования к точности, системе обеспечения качества работы оборудования, наличие системы планирования и широкого комплекта аппликаторов. Несмотря на кажущуюся простоту реализации аппарата данного типа, разработка требовала решения не тривиальных проблем и поиска новых современных конструктивных решений, основанных на Российской компонентной базе.

При разработке были достигнуты заявленные точностные показатели позиционирования источника. Произведена унификация системы управления аппаратом с имеющимися на рынке системами планирования облучения. Также ведется разработка собственной системы планирования контактной лучевой терапии. Комплект аппликаторов обеспечит более 90% потребностей пользователей оборудования данного типа, при этом все аппликаторы имеют оригинальную конструкцию, а методики стерилизации доступны для клиник и не требуют использования дорогостоящего оборудования и реагентов. Планируется производство источников ионизирующего излучения собственной конструкции на основе Co-60 и Ir-192.

В совокупности качеств данного аппарата и с учетом его производства в России, преимущественно из материалов Российского производства, данный аппарат может стать достойным конкурентом уже зарегистрированным аналогам.

Результаты исследований: был разработан аппарат для брахитерапии, не уступающий по техническим характеристикам импортным и российским аналогам.

Заключение: разработка нового оборудования для контактной лучевой терапии является важной целью в обеспечения качественного и бесперебойного лечения, не зависящего от импортных поставок оборудования и комплектующих.

Радиационный транспорт протонов в коде MC.

Оганян В.Р., Горлачев Г.Е, Кичигин Г.В.
ГБУЗ МКНЦ имени А. С. Логинова ДЗМ, Москва, Россия.
vahe.ohanyan2000@yandex.ru

В мире все больше внимания обращают на протонную лучевую терапию. Протонная терапия отличается наличием пика Брэгга и малыми углы рассеяния протонов. Следовательно, такой терапией можно получить локально большие дозы в малых объемах, при этом иметь минимальные воздействия на соседние ткани. Одним из лучших способов расчета дозовых распределений в теле человека и в окружающей среде является расчет переноса частиц методом Монте-Карло.

Код MC является открытым кодом транспорта частиц методом Монте-Карло, написанный в парадигме объектно-ориентированного программирования на языке C++. Данный код поддерживает большое количество геометрий и сред, и может быть использован как в научных целях, так и в прикладных.

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритма транспорта протонов в среде в коде MC, а также валидация данного алгоритма. С помощью данного кода можно посчитать дозовое распределение в органах, а также радиационную обстановку в окружающей среде, так как данный код учитывает ядерные реакции протонов, а также рассчитывает перенос вторичных частиц. В данной работе были рассмотрены следующие вопросы:

1) Упругие и неупругие взаимодействия протонов с веществом, изменения энергий и направлений при данных взаимодействиях.
2) Флуктуация энергетических потерь при неупругих взаимодействиях.
3) Ядерные взаимодействия протонов с ядрами других веществ.

В результате был разработан код, реализующий перенос протонов в веществе, который учитывает все основные каналы взаимодействия протонов с веществом и была проведена валидация данного кода, где сравнивались экспериментальные значения со значениями кода MC в аналогичной геометрии и среде.

Использование ECLIPSE SCRIPTING APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE при планировании лучевой терапии

Ананьева А.Д., Шатилова И.И., Кулиева А.Т.
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», г. Санкт-Петербург
ananieva.ann@gmail.com

При планировании лучевой терапии медицинский физик сталкивается с различными задачами – выбор техники облучения пациента, расчёт дозового распределения и прочие. Для ускорения некоторых задач внутри систем планирования (СП) существуют шаблоны структур, клинических целей и т.п., создаваемые пользователем. Некоторые производители также предоставляют возможность работы со скриптами, например, Eclipse Scripting Application Programming Interface (ESAPI). ESAPI — это интерфейс прикладного программирования (API), встроенный в СП Eclipse. Он позволяет создавать программы, которые могут изменять

данные пациента, КТ-изображений, планов лечения, собирать данные для различных отчётов и многое другое. В России эта сфера еще не так развита, хотя возможности применения скриптов очень широки. Цель работы состояла в том, чтобы разработать скрипты на языке программирования C#, упрощающие планирование лучевой терапии. Функцией первого скрипта является проверка планов лучевой терапии для исключения возможных ошибок при лечении (проверка параметров пучка и прочее), второго – автоматическое создание структур планируемого объёма облучения (PTV) и отступов от органов риска.

Для создания проектов была использована среда разработки Microsoft Visual Studio. Первый скрипт считывает данные из открытого в СП плана и сравнивает их с заданными условиями. Для разработки второго скрипта, в свою очередь, ключевую роль играло еще и наличие диагноза, прикреплённого к пациенту внутри СП, и использование определенного шаблона структур для каждой локализации. В процессе создания PTV задействован цикл, перебирающий структуры PTV и CTV и считывающий дозу, как часть названия структуры. Структуры органов риска и аналогичные им структуры с отступом скрипт находит по названиям – поэтому так важно задействовать шаблоны структур, чтобы названия всегда были одинаковыми. Для случаев, конкретно не описанных в скрипте, открываются интерактивные окошки с выбором. Оба скрипта были успешно внедрены в работу учреждения и ощутимо ускорили работу медицинских физиков, а также исключили возможные ошибки, связанные с усталостью и другими факторами, особенно при сложных клинических случаях. Например, при билатеральном раке молочной железы с облучением лимфоузлов и бустами на ложе опухоли необходимо создавать до 17 структур, а при опухолях головного мозга – до 12. Но благодаря наличию скрипта, автоматизирующего этот процесс, больше времени тратится на создание наилучшего плана лечения. Таким образом, использование ESAPI при планировании лучевой терапии показало свою высокую эффективность.

Внутреннее администрирование информационно-планирующей системы

Ахунова Р.И., Кулиева А.Т.
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», г. Санкт-Петербург
reggi1997@yandex.ru

Целью работы было усовершенствовать внутреннее администрирование информационно-планирующей системы Aria (Eclipse) для стабильной работы радиотерапевтического отделения. Для поставленной задачи был задействован встроенный модуль CarePath. Были разработаны отдельные цепочки. Для ряда задач созданы контрольные списки (чек лист), которые позволяют ускорить и упростить процесс проверки выполненного задания. В каждой цепочке присутствует несколько этапов вторичной проверки. Все пациенты, поступающие на лучевую терапию, отслеживаются по этим цепочкам. Рабочие процессы четко распределены между сотрудниками. Врач-рентгенолог загружает в Eclipse необходимые диагностические материалы, вносит основную информацию о пациенте: ФИО и id, прикрепляет PrimaryOncologist, цепляет начальную цепочку CarePath и обрисовывает критические структуры согласно созданным и утвержденным темплейтам. Врач-радиотерапевт – прикрепляет необходимую цепочку CarePath, в зависимости от лечебной локализации и вида лучевой терапии, корректно указывает план лечения, диагноз, предписание. Рисует

облучаемые объемы, пользуясь созданными темплейтами структур. Отправляет контуры на проверку к ведущему специалисту. При необходимости вносит корректировки. После расчета физиком врач-радиотерапевт проверяет созданный план лечения по ClinicalGoals и визуально. Физик – проверяет все, что необходимо для планирования, прикреплен ли врач, предписания к плану и диагноз. Далее создаёт план лечения, при необходимости посоветоваться прикрепляет дополнительную активность в CarePath. После создания плана он проверяется согласно чек листу и отправляет на проверку в BossCheck. Руководитель службы физико-технического персонала проверяет план по своему чек листу и оценивает возможность улучшения качества плана. На этапе любой активности участник цепочки может “вернуть” пациента на доработку другому участнику цепочки. Таким образом, благодаря использованию модуля CarePath можно легко отследить все рабочие процессы, автоматизировать переход от задачи к задаче, ускорить передачу информации между сотрудниками, избавиться от бумажной волокиты и свести к минимуму количество ошибок при подготовке и создании плана лучевой терапии. В отделениях с большим штатом сотрудников, разнообразным парком современной техники необходимо качественно и четко организовать рабочий процесс. В настоящее время модуль CarePath – это один из самых лучших способов, который позволяет этого добиться.

Онкоофтальмологический комплекс на базе циклотрона Ц-80 – проект ОКО.

Гранин Д.И.
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина

Цель: Цель работы состоит в том, чтобы ознакомить слушателей с составом технологического и медицинского оборудования создаваемого онкоофтальмологического комплекса и основными технологическими этапами проведения протонной лучевой терапии онкоофтальмологических пациентов с внутриглазными злокачественными новообразованиями.
Материалы и методы: Онкоофтальмологический комплекс на базе циклотрона Ц-80, состоящий из специализированного технологического и медицинского оборудования, представляет собой инструмент для формирования горизонтального широкого пучка протонов с энергией до 70 МэВ и диаметром пучка 3 см, для лечения онкоофтальмологических заболеваний. Как следствие, для описания процесса и технологии лечения, представлен подробный обзор функционала оборудования и систем, формирующих Комплекс, описан алгоритм последовательности процессов и взаимодействия участников на каждом технологическом этапе лечения пациента.
Результаты и заключение: Создан онкоофтальмологический комплекс на базе действующего циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт»-ПИЯФ, в качестве высокотехнологичного медицинского инструмента для лечения пациентов со сложными онкоофтальмологическими заболеваниями: внутриглазными новообразованиями, новообразованиями орбиты и придаточного аппарата глаза.

Разработана концепция технологического процесса протонно-лучевой терапии, описывающая основные этапы организации медицинского сопровождения пациентов с онкоофтальмологическими новообразованиями.
Образовательная цель доклада: слушатели узнают о подходах и методах в проведении протонной лучевой терапии онкоофтальмологических пациентов.
Ожидаемые результаты: представленный материал позволит слушателям узнать о высокотехнологичном оборудовании, формирующим специализированный онкоофтальмологиеский кабинет для проведения протонно-лучевой терапии пациентам со сложными онкоофтальмологическими заболеваниями.

Разработка решений для количественного метода ОФЭКТ/КТ на основе имитационных компьютерных испытаний

Денисова Н.В.
Новосибирский Государственный Университет, Институт теоретической и прикладной механики имени А.С.Христиановича, Институт математики им.акад.Соболева
NVDenisova2011@mail.ru

Цель: в последние годы большое внимание уделяется развитию количественного метода ОФЭКТ/КТ для увеличения точности диагностических исследований, а также планирования и оценки эффективности радионуклидной терапии. Выполненные ранее исследования показали, что для перехода к количественной ОФЭКТ недостаточно ограничиться калибровкой систем ОФЭКТ для конкретного радионуклида. Существуют проблемы, без понимания и решения которых невозможно говорить о диагностической точности количественного метода ОФЭКТ. Такими проблемами являются краевые артефакты, возникающие на изображениях патологических очагов, и правило останова итерационного алгоритма при достижении значений активности в области интереса (патологического очага), наиболее приближенных к истинным значениям. Целью данной работы является исследование вышеуказанных проблем и разработка решений для количественного метода ОФЭКТ/КТ.
Материал и методы: Исследования были выполнены с использованием метода имитационного математического моделирования. С этой целью был создан программный комплекс «Виртуальная платформа для имитационных испытаний метода ОФЭКТ/КТ», основанный на использовании цифровых моделей пациентов и сканеров. Все исследования проводились в сотрудничестве с врачами-клиницистами Национального медицинского исследовательского центра (НМИЦ) имени академика Мешалкина (Новосибирск) и НМИЦ кардиологии имени академика Чазова (Москва). Результаты: В имитационных испытаниях, выполненных с использованием программного комплекса, исследовались проблема краевых артефактов и проблема останова итерационного алгоритма OSEM. Было получено, что количественная точность ОФЭКТ изображений опухолевых очагов существенно зависит от размера очага, протокола записи «сырых» данных и параметров алгоритма реконструкции. В имитационных компьютерных испытаниях наблюдалась зависимость краевых артефактов от размера опухолевого очага и его расстояния до поверхности коллиматора. Предложено решение проблемы останова алгоритма реконструкции OSEM на основе модифицированного статистического критерия Пирсона хи-квадрат.

Заключение: Представленный в данной работе метод компьютерного имитационного моделирования является практической технологией, которая способствует разработке количественного метода ОФЭКТ для достижения наилучших возможных результатов при визуализации патологических очагов, а также применения в радионуклидной терапии.

Восстановление энергетического спектра медициинского линейного ускорителя электронов по экспериментально измеренным глубинным распределениям поглощённой дозы

Золотов С.А., Близнюк У.А., Антипина Н.А., Борщеговская П.Ю., Кречетов Н.Д., Никитченко А.Д., Николаева А.А., Соколов С.А., Студеникин Ф.Р., Черняев А.П.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва
ФГАЦ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г. Москва
zolotov.sa15@physics.msu.ru

В рамках данной работы был предложен метод восстановления энергетического спектра пучка медицинского ускорителя электронов. Ключевой идеей предлагаемого подхода является расчет по экспериментально измеренному распределению поглощенной дозы в референсном материале взвешенной комбинации глубинных дозовых распределений, создаваемых моноэнергетическими пучков электронов, суперпозиция которых формирует измеренное распределение дозы. Критерием успешного решения поставленной задачи является отклонение распределения дозы, рассчитанного с помощью полученного энергетического спектра, от экспериментально измеренных не более чем на 5%.
Такая задача эквивалентна подбору весовых коэффициентов, для которых осуществляется минимизация следующего функционала:

$$\sum_{j=1}^{M}(\sum_{i=1}^{N}\omega_i D_{ij} - D_{exp})^2 \rightarrow Min$$

где D_ij ≡ D(x_j,E_i) - поглощенная доза, создаваемая электронами с энергией Ei на глубине xj, Dexp - экспериментально измеренное распределение поглощенной дозы, ωi – весовые коэффициенты, определяющие присутствие каждой энергии в спектре.
Экспериментальная часть исследования была проведена на медицинском ускорителе Varian TrueBeam в отделении радиохирургии и радиотерапии с дневным стационаром НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко. Ускоритель работал в энергетическом режимах с наиболее вероятной энергией 6 МэВ и 9 МэВ. Измерение глубинных распределений поглощенной дозы проводилось с помощью камер Semiflex 3D в водном фантоме и Ross Chamber в фантоме твердой воды RW3 Slab Phantom. Расстояние от источника до поверхности фантомов поддерживалось постоянным и равным 80 см. Опорные данные рассчитывались методом компьютерного моделирования с использованием инструментария Geant4. Функционал (1) минимизировался методом неотрицательных наименьших квадратов.
Предложенный подход позволил восстановить энергетический спектр медицинского линейного ускорителя электронов. При этом расхождение между рассчитанными с помощью

восстановленного спектра глубинными дозовыми распределениями и экспериментальными данными составляет не более 0.3%.
Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина» проект №23-Ш06-22.

Модернизация циклотрона Ц-80 для использования для наработки изотопов и применения в лучевой терапии

Р.М. Клопенков, А.А. Акимова, Гавриш Ю.Н., И.В. Горбунов, И.В. Лазарев, А.Н. Леухина, В.П. Лугин, М.Л. Клопенков, К.А. Кравчук, Ю.К. Осина, Д.Н. Степанов, М.В. Усанова, С.А. Трифонов.
АО «НИИЭФА», Санкт – Петербург

Цель: Цель работы состоит в том, чтобы ознакомить слушателей с техническими решениями принятыми при модернизации циклотрона Ц-80 для использования для наработки изотопов и применения в лучевой терапии.
Материалы и методы: Представлен проект многоцелевого комплекса на базе установленного в «НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ» циклотрона Ц – 80. Комплекс оснащается мишенными станциями, позволяющими производить широкий спектр радиоизотопов, в том числе изотопно чистых альфа-эмиттеров, для диагностики онкологических, сердечно-сосудистых и неврологических заболеваний. С целью оказания услуг по протонной терапии офтальмологических заболеваний создаётся система формирования, транспортировки и выпуска протонного пучка в атмосферу.
Результаты и заключение: Разработано дополнительное оборудование, которым оснащается циклотрон Ц-80 с целью оптимизации его параметров в целях использования для наработки изотопов и применения в лучевой терапии.
Образовательная цель доклада: Слушатели узнают о подходах к формированию пучка протонов на выпуске изохронного циклотрона с целью использования его как в целях наработки изотопов, так и применения в лучевой терапии.
Ожидаемые результаты: Представленный материал позволит слушателям узнать о подходе к оптимизации протонного пучка отличающегося высокой интенсивностью и значительной неравномерность с целью кратного снижения интенсивности и кардинального улучшения равномерности с целью применения в лучевой терапии.

Компромиссы при планировании лучевой терапии, основанные на уровнях приоритета критических структур

Кулиева Анжелика Тофиковна
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», г. Санкт-Петербург
anzhelikakulieva@gmail.com

Создание плана лучевой терапии не требует компромиссов при отсутствии критических органов в близком расположении от мишени/мишеней. Вопрос, требующий рассмотрения и

выбора в пользу покрытия мишени или сохранения функций органов, стоит более остро при интимном прилегании или близком расположении вышеуказанных. Данный вопрос должен решаться на уровне лечащего врача-радиотерапевта (для оценки клинических осложнений) и медицинского физика (для оценки возможностей планирования). Зачастую клинические случаи схожи и имеют тривиальные решения, соответственно медицинский физик может сразу создавать наиболее приемлемый план лучевой терапии, заведомо предполагая пожелания врача, а не тратить время на создание планов, однозначно не подходящих для конкретного пациента. Но встречаются и такие случаи, где баланс приоритетов не удаётся соблюдать на желаемом уровне ввиду технических возможностей имеющейся аппаратуры или пересечения определения структур.

В нашем учреждении все медицинские физики имеют хорошую базу знаний радиобиологии и представление об осложнениях, вызываемых превышением толерантных доз согласно их функциям, что позволяет сократить время решения некоторых очевидных вопросов.

В докладе будет представлено разделение критических структур по уровням приоритетности. Показаны различные клинические случаи с указанием диагноза, стадирования, проведенной ранее терапии и возраста пациентов, а созданные планы (удовлетворяющие пожеланиям врача) будут сравниваться между собой, для определения наиболее оптимального.

Также представлены клинические случаи, в которых выбор аппарата или методики облучения зависят от индивидуальных особенностей самого пациента.

Дозиметрический контроль после низкодозной брахитерапии рака предстательной железы: кому, когда, зачем?

Куус Е.А., Горелов В.П.
ФГБУ Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л.Г. Соколова ФМБА России, г. Санкт-Петербург
kuus.e@yandex.ru

Цель работы: Повысить эффективность низкодозной брахитерапии рака предстательной железы путем анализа данных постимплантационной дозиметрии и дополнительной имплантации микроисточников в случае их миграции и образования зон сниженного дозового покрытия.

Материалы и методы исследований: В ФГБУ СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова ФМБА России с ноября 2007 по декабрь 2023 года было выполнено 2880 процедур низкодозной брахитерапии рака предстательной железы микроисточниками йод-125 под контролем компьютерного томографа (КТ). Проведен анализ данных компьютерной томографии 168 пациентов, прошедших первичную процедуру брахитерапии в 2023 году. Исследования проводились на КТ Siemens «SOMATOM Sensation 40» на сроке 4-6 недель после имплантации микроисточников, в соответствии с рекомендациями. Постимплантационная дозиметрия выполнялась с использованием программного обеспечения PSID 4.1 с целью оценки дозового распределения и корректировки дальнейшей тактики лечения.

Результаты исследований: Постимплантационная дозиметрия позволила выявить у 14 (8,3%) пациентов миграцию источников и наличие «холодных» очагов дозового распределения. При этом 3 (21,4%) пациента сообщили об отхождении нескольких источников с биологическими жидкостями, из них в двух (14,3%) случаях - с током мочи, и в одном (7,1%) - с семенной

жидкостью при половом акте, остальные пациенты не отмечали выхода источников. У 6 (42,9%) мужчин миграция источников выявлена в зоне семенных пузырьков, у 4 (28,6%) - в периферической зоне предстательной железы (ПЖ), у 2 (14,3%) - в области основания. Всем 14 пациентам выполнена повторная имплантация микроисточников в выявленные зоны сниженного дозового покрытия. В среднем было дополнительно имплантировано 8,3 источника (от 4 до 18 шт.) средней суммарной активностью 4,0 мКи (от 2,0 до 8,5 мКи) с использованием в среднем 3,3 игл (от 2 до 6 шт.). Особенностью процедуры дополнительной имплантации являлось использование внутривенной анестезии и, в случаях, когда зоны сниженного дозового покрытия находились не в центральных отделах ПЖ, процедура выполнялась без катетеризации мочевого пузыря.

Заключение: Постимплантационная дозиметрия является неотъемлемой частью проведения процедуры низкодозной брахитерапии рака ПЖ, позволяет оценить риски возможных осложнений и необходимость проведения дополнительной имплантации радиационных источников, оказывая влияние на выбор тактики дальнейшего лечения. Миграция источников наблюдалась в 8,3% случаев, наиболее часто происходила в зоне семенных пузырьков. В большинстве случаев проведение дополнительной имплантации источников не требовало спинальной анестезии и катетеризации мочевого пузыря. При должном качестве предимплантационной дозиметрии и проведения процедуры брахитерапии, дополнительная имплантация требовалась менее чем в 10% случаев и представляла собой менее сложную процедуру, при этом позволила скорректировать дозовое покрытие и подвести необходимую дозу к мишени в случае миграции источников и образования «холодных» зон.

ПО и оборудование для контроля качества протонной офтальмологии

Лебедева Ж.С., Гранин Д.И.
ООО «Градиация», Санкт-Петербург

Цель: Цель работы состоит в том, чтобы ознакомить слушателей с подходом к созданию системы контроля качества и его программной реализацией для комплекса протонной лучевой терапии

Материалы и методы: Онкоофтальмологический комплекс «ОКО» на базе циклотрона Ц-80 представляет собой горизонтальный широкий пучок протонов с энергией до 70 МэВ. Максимальный диаметр пучка для онкоофтальмологических заболеваний составляет 3 см. В мире насчитывается чуть более десятка подобных установок, подходы к контролю их качества сильно разняться. Для преодоления этой ситуации при разработке ПО контроля качества нами был выработан подход по сбору информации о ежедневных параметрах установки как для целей ЛТ, так и для научных целей. При использовании готового ПО в лучевой терапии часто значительная часть тестов распределена между базой данных самого аппарата, базами данных различного дозиметрического оборудования (водные фантомы, матрицы, профилометры), лог-файлами установки, которые либо не обрабатываются совсем, либо не используется их полный потенциал.

Результаты и заключение: Разработана система контроля качества для фиксированного горизонтального пучка протонов для лечения офтальмологических заболеваний и ПО, интегрирующее максимум тестов, проводимых на всех типах фантомов и дозиметрического оборудования.

В ПО контроля качества «ОКО» используются как результаты автоматизированных проверок, так и требующих действий оператора. Интерактивные подсказки проводят пользователя через всю серию необходимых по расписанию тестов (в том числе с вспомогательным оборудованием) и разрешает вход в лечебный режим при успешном завершении.
Образовательная цель доклада: слушатели узнают о подходах к разработке ПО для целей контроля качества в лучевой терапии.
Ожидаемые результаты: представленный материал позволит слушателям узнать о подходе к организации контроля качества в протонной лучевой терапии фиксированными пучками и консолидации информации из различных источников информации о результатах тестирования оборудования в единой системе.

Автоматизированные системы управления в медицинском оборудовании. Вызовы и решения.

Медведев П.А.
ООО «Градиация», Санкт-Петербург

Цель: Цель работы состоит в ознакомлении слушателей с типовыми и нетиповыми подходами к созданию автоматизированных систем управления технологическим процессом протонно-лучевой терапии.
Материалы и методы: в любой разработке, в том числе и в медицинской технике, необходимо отталкиваться от задачи. Автоматизированные системы управления окружают нас повсюду. Они могут обеспечивать как специализированные функции в составе сложных технологических процессов, так и обеспечивать полные технологические процессы, практически, любой сложности. Так, например, в составе внутрикостной хирургической дрели присутствует автоматизированная система, обеспечивающая достаточно скромный функционал инструмента. В случае дозиметрического комплекса для клинической дозиметрии, автоматизированная система обеспечивает множество комплексных функций и уже имеет достаточно широкий функционал человеко-машинного интерфейса. Для гамма-терапевтических комплексов, автоматизированные системы управления приобретают сложносоставной многоуровневый вид в силу требований безопасности персонала и пациента. И совершенно иной формат подобные системы приобретают при необходимости автоматизировать полный цикл технологического процесса лучевой терапии от регистрации пациента и его диагностики, до проведения полного цикла лучевой терапии и постлучевое наблюдение. Тем не менее, все вышеперечисленное – это автоматизированные системы управления. Разумеется, в зависимости от степени интеграции вычислительной техники и автономности этих систем, подходы к проектированию и синтезу могут радикально различаться. Многообразие задач, зачастую уникальных, решаемых при проектировании автоматизированных систем управления – это постоянный вызов архитектору, проектировщику, разработчику, схемотехнику, программисту – каждому специалисту, принимающему участие в разработке.
Результаты и заключение: на настоящий момент коллективом специалистов ООО «ГРАДИАЦИЯ» разработано множество автоматизированных систем управления различной степени автономности, интеграции и обширности решаемых задач. В рамках решения задачи для протонно-лучевой терапии в единую систему были связаны несколько крупных

подсистем: циклотрон с энергией протонов 70 МэВ, автоматизированная система формирования пучка, роботизированная система позиционирования пациента, система рентгеновской навигации и видео-навигации, ПО для реализации лечебного процесса. Критическим в системе является резервирование всех критических подсистем и скорость реагирования на входные воздействия. В частности, дублируются наиболее критичные для жизни и здоровья пациента элементы систем - в первую очередь механизмы перекрытия пучка: в нашем случае - предусмотрено четырехкратное, многоуровневое резервирование: так в первую очередь прерывание пучка осуществляется быстрым шаттером со скоростью реакции в 0,1 секунду, но это справедливо для ситуаций штатного перекрытия пучка; в случае аварийной ситуации происходит наиболее быстрый вариант с отключением электромагнита циклотрона.

Применение модуля RAPID PLAN для оптимизации процесса планирования при лечении рака области головы и шеи и прямой кишки

Морозова Е.П., Громова Н.В., Петрова А.Ф., Шкурупий М.С.
Московский Международный Онкологический Центр, Москва
morozova.ep13@yandex.ru

В ситуации, когда число пациентов велико, может стать необходимым ускоренное дозиметрическое планирование без ущерба качеству окончательного плана. С помощью современных технологий можно оптимизировать и стандартизировать процесс дозиметрического планирования. Система планирования Varian Eclipse имеет модуль Rapid Plan, представляющий собой автоматизированную систему модуляции планов на основе базы данных клинических планов. Планирование, основанное на базе знаний - это перспективный метод, который способен улучшить качество плана и ускорить планирование.

В данном исследовании анализировалась результативность процесса оптимизации планирования лучевой терапии с модуляцией дозы по объему мишени (VMAT) применительно к терапии области головы и шеи и прямой кишки. Планы сравнивались по статистическим данным доз на критические органы и терапевтический объем мишени по гистограммам доза-объем. Каждая модель сконфигурирована на более чем 50 реальных планах.

Планы, выполненные с использованием модели, имели дозные распределения не хуже дозных распределений клинических планов. Не было обнаружено статистически значимых отличий в отношении покрытия планируемого целевого объема (PTV). Модель была использована для уже прошедших лечение пациентов с различными видами локализаций. Полученные результаты указывают на то, что автоматизация дозиметрического планирования возможна с использованием модуля Rapid Plan, и это может способствовать его использованию в клинической практике.

Неопределенности, связанные с применения болюса при предлучевой подготовке и лучевой терапии.

Чиркова И.Н., Петкевич М.Н., Гончарова Е.В.
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», Минск, Республика Беларусь
irinagutkovskaya@gmail.com

Цель исследования: оценка несоответствия запланированного дозового распределения при нарушении плотного прилегания болюса к телу пациента.

Болюс – пластичный плотный нестерильный материал (например, плотный гель, парафин, силикон), который при облучении обладает свойствами кожи по своим плотностным характеристикам и предназначен для моделирования тканей человека (кожи) для изменения попадающей радиационной дозы ионизирующего излучения или глубины ее проникновения. По статистике, основными локализациями, требующими применение болюса, являются: молочная железа (в том числе после резекции, вульва, голова-шея и др.). Согласно международным рекомендациям, максимальное значение неопределенности в доставке дозы к облучаемой мишени не должно превышать 5%. Одна из существенных неопределенностей вносится при некорректном позиционировании болюса на тело пациента.

Материалы и методы исследования: была создана модель тела человека (отсканированый фантом «голова-шея», который был внесен в планирующую систему) с обрисованной мишенью, имитирующую опухоль, которая располагалась близко к поверхности. На модель тела человека прикреплялся виртуальный болюс в планирующей системе. Меняя положение болюса, тем самым создавая погрешность его укладки, искусственно создавался зазор между болюсом и поверхностью фантома с шагом от 0 до 10 мм с интервалом 1 мм.

Для численной оценки неопределенности были выбраны контрольные точки в объеме мишени, в которых фиксировалось значение дозы при различных положениях болюса относительно фантома, а также рассчитывалась относительная погрешность измерений.

Результаты исследования: максимальная погрешность измерений (31%) наблюдалась в том случае, когда болюс не применялся в тех случаях, когда мишень располагалась на поверхности либо близко к поверхности. Минимальное значение погрешности (0-1%) наблюдалась в случаях, когда болюс прилегал плотно к фантому либо находился на расстоянии 0,1-0,2 см от поверхности. С увеличением зазора между болюсом и фантомом погрешность линейно возрастала.

Заключение: Применение болюсов улучшает дозовое покрытие мишени, расположенной на поверхности либо близко к поверхности. С увеличением «зазора» между поверхностью и болюсом дозовое покрытие линейно ухудшается. Качественная фиксация положения болюса позволяет уменьшить неопределенности в доставке дозы. Таким образом, с целью минимизации неопределенности доставки предписанной дозы при проведении сеансов лучевой терапии, необходимо разработать методику плотной фиксации болюса на теле пациента от сеанса к сеансу.

Методика ввода в эксплуатацию аппарата для электронной брахитерапии

Новикова Е.А., Горлачев Г.Е., Лыкова Е.Н., Кичигин Г.В.
ГБУЗ МКНЦ имени А. С. Логинова ДЗМ, Москва, Россия.
evgeniyanovikovazar@gmail.com

Электронная брахитерапия Xoft — это новый подход к брахитерапии, при котором в качестве альтернативы классическим радиоизотопам используются электронные источники рентгеновского излучения. Данный аппарат позволяет проводить интраоперционное облучение молочной железы, лечение гинекологического рака и рака кожи.

Сам источник (модель S700) состоит из миниатюрной 50 кВ рентгеновской трубки, интегрированной в гибкий футляр, который крепится непосредственно к консоли управления лечением. Вода, циркулирующая внутри футляра, имеет прямой контакт с анодом, что предотвращает сильный нагрев источника. Отсутствие радиоактивных изотопов дает возможность проведения высокодозной контактной лучевой терапии в помещениях с минимальными требованиями к радиационной защите, что делает этот метод лечения более доступным.

Выходная мощность рентгеновского источника описывается с использованием формализма AAPM Task Group 43 (TG-43). Стандарт калибровки низкоэнергетичных электронных источников для брахитерапии основан на мощности воздушной кермы, создаваемой рентгеновским лучом в воздухе на расстоянии 50 см. Данный параметр требует уточнения перед каждым сеансом облучения.

Целью представленной работы является описание шагов, предпринятых для ввода в эксплуатацию аппарата для электронной брахитерапии, с учетом специфики данного метода лечения. Особое внимание было уделено анализу ранее опубликованных рекомендаций.

Работа включает в себя рассмотрение вопросов

1. Валидации оборудования и программного обеспечения, предоставляемого поставщиком. Данная задача состоит как в проверке соответствия аппарата стандартам безопасности (блокировки, аварийные функции), так и в проверке его контрактных характеристик (точность позиционирования, точность синхронизации, мощность источника, параметры аппликаторов, длины источников и др.);
2. Разработки системы контроля качества;
3. Ввода в эксплуатацию 3D-системы планирования лечения.

Основным фактором, который необходимо учитывать при вводе в эксплуатацию этой системы, является различие между дозовыми распределениями, получаемыми при электронной и классической брахитерапии. На распределение дозы от рентгеновского источника влияют сильная фильтрация низкоэнергетичного спектра в титановых гинекологических аппликаторах, позиция источника внутри них, использование контрастных веществ. К другим особенностям можно отнести необходимость использования поправок на расстояние и глубину при проведении измерений в водоподобных фантомах, так как эти материалы обычно не являются эквивалентом воды при энергиях 50 кВ и ниже.

Все эти аспекты имеют первостепенное значение для формирования корректного предписания дозы, обеспечения точности лечения и безопасности пациентов.

Адаптация ПО дозиметрического комплекса «ПРОСКАН»
для образовательных целей

Пашков О.В., Гранин Д.И., Локтев В.Р., Энграф И.В.
ООО «Градиация», Санкт-Петербург

Цель: Ознакомить слушателей с подходом к разработке и функционалом образовательного программного обеспечения для дозиметрических исследований в лучевой терапии.

Материалы и методы: С появлением в РФ станций для специализированной аккредитации медицинских физиков появилась потребность в разработке образовательного ПО для проверки практических навыков применения дозиметрического комплекса на основе водного фантома для контроля качества в лучевой терапии. Об аналогичной потребности также заявили представители образовательных учреждений, осуществляющих подготовку медицинских физиков. Полнофункциональные версии ПО импортных дозиметрических комплексов не подходят для указных целей по причине сжатого времени прохождения аккредитации и необходимости покупки дорогостоящих лицензий.

Результаты и заключение: Разработанное имитационное программное обеспечение позволяет обучить специалистов использовать дозиметрический комплекс на основе водного фантома для решения рутинных задачах медицинских физиков, формировать очереди измерений, проводить обработку и анализ дозовых распределений, осуществлять подготовку и выгрузку результатов для системы планирования. Указанный функционал подходит также и для создания станции по аккредитации медицинских физиков.

Совместно с факультетом фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова выявлен необходимый функционал ПО для аккредитации медицинских физиков и был создан паспорт экзаменационной станции по обработке дозиметрических данных для ввода в систему планирования лучевой терапии.

Образовательная цель доклада: Слушатели узнают о подходах к адаптации ПО дозиметрического комплекса на основе водного фантома «ПРОСКАН» для образовательных целей.

Ожидаемые результаты: Представленный материал позволит слушателям узнать о необходимом функционале образовательного программного обеспечения для аккредитации медицинских физиков и способах его реализации.

Первичная специализированная аккредитация медицинских физиков: актуальный статус

Акопян Ж.А., Гаврилова С.А., Гранин Д.И., Грибков Д.М., Коконцев Д.А., Лебедева Ж.С., Лыкова Е.Н., Моисеев А.Н., Пашков О.В., Ремизов П.Д., Студеникин Ф.Р., Фадюкова О.Е., Черняев А.П., Щербакова Л.Н., Щербаков А.А.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва
ООО «Градиация», Санкт-Петербург
ООО «РТ7», Москва
remizov@physics.msu.ru

Согласно приказу Минздрава России от 28 ноября 2022 года №709н «Об утверждении Положения об аккредитации специалистов», медицинским физикам для работы в должности необходимо прохождение аккредитация (первичной специализированной для специалистов с опытом работы менее 5 лет и периодической для специалистов с опытом работы более 5 лет). В 2018-2019 годах последовательно внедрены этапы первичной и первичной специализированной аккредитации выпускников медицинских вузов, ординаторов и врачей-специалистов, прошедших профессиональную переподготовку. С 1 января 2023 года аккредитация проходят и лица с высшим профессиональным немедицинским образованием, планирующих работу на должностях медицинских работников. Традиционно, медицинские физики работают в онкологических стационарах, осуществляют планирование лучевой терапии. С учетом выполняемых трудовых функций медицинских физиков создан фонд оценочных средств для первичной специализированной аккредитации медицинских физиков: проведены ревизия и расширение банка тестовых заданий, а также модифицированы станции объективного структурированного клинического экзамена в условиях симуляционного центра. Для проверки практических навыков медицинских физиков в рамках аккредитации отечественные разработчики ООО «РТ7» и ООО «Градиация» предоставили специально разработанные учебные модули на основе своего программного обеспечения.
В 2024 году планируется проведение первичной специализированной аккредитации в МГУ имени М.В. Ломоносова.

Модель расчета потребности в оснащении аппаратами радиотерапевтических отделений с учетом роста заболеваемости раком

Мамаева С.Н., Васильев И.В., Павлов А.Н., Крылова Т.А., Гоголева Т.Е.
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
им. М.К. Аммосова», г. Якутск
ГБУ РС(Я) «Якутский республиканский онкологический диспансер»,
г. Якутск
sargylana_mamaeva@mail.ru

В настоящее время продолжает наблюдаться рост онкологической заболеваемости, так в 2019 году в Российской Федерации более 1,74 миллиона граждан имели диагноз «злокачественного новообразования», в то время как в 2018 году — более 1,70 миллиона, а в 2001 году – около 1,24 миллиона.

Согласно оценке, на конец 2022 года, население России составляло 146 083 065 человек. За 2022 год население России увеличилось приблизительно на 59 870 человек. Учитывая, что население России в начале года оценивалось в 146 023 195 человек, годовой прирост составил 0.04%. По данным сервиса «СберЗдоровье», число очных обращений к онкологам в 2022 году выросло на 59% по сравнению с 2021 годом. "В России в 2022 году впервые выявлено 624 835 случаев злокачественных новообразований, в том числе 341 656 случаев заболеваний раком у женщин и 283 179 случаев у мужчин, что на 7,65% больше, чем в 2021 году", — рассказали в клинике "Евроонко", которая провела исследование. Т.е. соотношение годового прироста заболеваемости раком и годового прироста населения, например, в 2022 г., в России составляет: (7,65%)/(0,04%)=191,25. Таким образом, очевидно, происходит заметный рост заболеваемости раком на фоне незначительного роста населения. Но к началу 2023 года в опубликованных данных Росстата численность населения России оценивается в 146 424 000 человек. Это на 556 тысяч человек меньше, чем годом ранее. В настоящее время оснащенность медицинских учреждений, в том числе радиотерапевтических отделении (РТО), оборудованием и кадрами производится из расчета количества койко-мест, аппаратов и персонала исходя из их единицы на определённое количество населения. Например, потребность в оснащении УЗИ-аппаратами в большинстве случаев рассчитывается, исходя из количества пациентов, прикрепленных к медучреждению, или коечного фонда. Так, например, на 30–90 коек в радиологическом отделении требуется 1 аппарат, на 90–250 коек – 2 аппарата, при превышении этого числа – дополнительный аппарат на каждые 60 коек (Приказ Департамента здравоохранения города Москва №1043 от 15.09.2020). Кроме того, известно, что достижение высокого уровня оснащенности влияет на качество и эффективность лучевой терапии в РТО. На примере РТО Якутского республиканского онкологического диспансера (ЯРОД) были исследованы показатели оснащенности оборудованием и медицинскими физиками в зависимости от года в период с 2012 по 2022 г., а также динамика показателей РТО в лучевой терапии пациентов с РШМ. Было показано, что улучшение оснащённости РТО влияет положительно на динамику выживаемости, на повышение доступности ЛТ с радиомодификациями большему количеству пациентов и т.д. Несмотря на то, что по словам специалистов, это не рост заболеваемости, а улучшение возможностей лечения и диагностики рака, т.е. независимо от причины увеличения роста заболеваемости раком, в случае интенсивного увеличения количества пациентов возможны нехватка оборудования, койко-мест, высококвалифицированных специалистов, таких как медицинские физики, т.е. недоступность высокотехнологичной ЛТ. В связи с вышеперечисленными фактами роста заболеваемости в России и прямой зависимости эффективности ЛТ от уровня оснащённости оборудованием и медицинскими физиками на примере РТО ЯРОД существует необходимость пересмотра определения уровня оснащённости медицинского учреждения в соответствии не только с количеством населения, а с ростом заболеваемости раком в зависимости от года. В данной работе предлагается модель расчета потребности оснащения аппаратами в РТО в первом приближении с учетом линейного роста заболеваемости с высоким коэффициентом линейной зависимости по сравнению с коэффициентом зависимости роста количества населения от года. Т.е. дооснащение оборудованием и кадрами РТО должны происходить постоянно в соответствии с прогнозами роста заболеваемости на основе новых моделей расчета количества аппаратов и медперсонала.

Радиационный транспорт нейтронов в коде МС.

Кичигин Г. В., Горлачев Г.Е., Оганян В. Р.
ГБУЗ МКНЦ имени А. С. Логинова ДЗМ, Москва, Россия.
goshakic@mail.ru

Развитие лучевой терапии в мире не стоит на месте. Улучшаются как технические характеристики, так и методики облучения для получения наилучшего результата в борьбе с онкологиями. При этом важная экономическая задача отечественной радиотерапевтической и медико-физической отрасли – создание собственных источников ионизирующего излучения (таких, как ускорители) и программного обеспечения для планирования лучевой терапии, а также расчета радиационной безопасности.

Один из самых эффективных и точных методов расчета радиационного транспорта частиц – расчет при помощи кода, реализующего в себе методы Монте-Карло. Одна из отечественных разработок – Код МС – открытый код, использующий системы объектно-ориентированного программирования и реализующий упомянутые методики для фотонного излучения и электронов, а также частично для протонов. Данный код поддерживает большое количество геометрий и сред, и может быть использован как в научных, так и в прикладных целях.

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритма транспорта нейтронов в среде в коде МС, а также валидация данного алгоритма. Актуальность поставленной задачи подкрепляется возможностью использования кода для БНЗТ (бор-нейтронозахватная терапия): как для расчета дозовых распределений в мишени и органах, так и для расчета фона. Подключение физики транспорта нейтронов в код МС позволит также в полной мере использовать транспорт протонов, так как откроет возможность учитывать ядерные реакции с генерацией нейтронов. В данной работе были рассмотрены данные вопросы:

1) Упругие и неупругие взаимодействия нейтронов с веществом;
2) Ядерные реакции нейтронов.

В результате был разработан код, реализующий перенос нейтронов в веществе, который учитывает все основные каналы взаимодействия. Проведена валидация данного кода, где сравнивались экспериментальные значения со значениями, полученными посредством кода МС в аналогичной геометрии и среде.

Технологии радиационной стерилизации
Костных имплантатов

Хуцистова А.О., Розанов В.В., Матвейчук И.В, Черняев А.П.
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия;
Московский научно-исследовательский онкологический институт
имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ РФ, Москва, Россия;
Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия;
Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына, Москва, Россия.
khutcistova.ao17@physics.msu.ru

Технологии радиационной стерилизации стали широко применяться для обеспечения безопасности и качества костных имплантатов. Радиационная стерилизация является общепризнанным методом и широко применяется в медицинской практике. Данный метод основан на использовании ионизирующего излучения, такого как гамма-, рентгеновское или электронное излучение, для уничтожения микроорганизмов и предотвращения их размножения. Он обеспечивает высокий уровень стерильности и сохраняет физические, химические и биологические свойства имплантатов, что важно для их долговременной эффективности. Одним из главных преимуществ радиационной стерилизации является ее широкий спектр действия. Ионизирующее излучение проходит через материалы имплантатов и разрушает ДНК микроорганизмов, что гарантирует высокую степень стерильности. Таким образом, целью данной работы является оценка технологий радиационной стерилизации костных имплантатов, изучение их воздействия на материал и свойства имплантатов.

Однако, существуют проблемы при данном виде обработки биоимплантатов. Это связано с дозозависимым воздействием на биообъект. В процессе стерилизации необходимые дозы излучения могут вызывать некоторые негативные изменения в структуре и свойствах материала, такие как уменьшение остеоиндуктивности имплантата, обусловленное деструкцией структуры коллагеновых волокон. Активация механизмов изменения структуры костей может вызвать разрушение морфогенетических белков и изменение скорости резорбции имплантата в тканях организма. Подобные нарушения начинают проявляться при дозе излучения 15 кГр, хотя общепринятым "золотым стандартом" считается доза 25 кГр. Таким образом, разработка технологий, способных снизить дозу излучения при сохранении степени стерильности, представляется одним из перспективных направлений развития данной области.

В то же время существует возможное решение возникающих при стерилизации задач. Так, крайне перспективным является использование комбинированных методов стерилизации. Одним из подходов является сочетание ионизирующего излучения с другими методами, например, термическими или химическими. Это позволяет достичь высокой степени стерильности при использовании более низких доз излучения и снизить негативное влияние на свойства материалов.

Технологии радиационной стерилизации костных имплантатов имеют большой потенциал для развития и улучшения. С появлением новых материалов и технологий, а также углублением научных исследований в этой области, можно ожидать совершенствования процесса стерилизации, уменьшения воздействия на материалы и повышения степени стерильности.

Это будет способствовать повышению качества костных имплантатов, а именно их эффективности, безопасности и срока службы.
Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина».

Использование программного интерфейса приложения Eclipse Scripting для работы в системе планирования Eclipse.

Шатилова И. И., Кулиева А.Т., Россия, г. Санкт-Петербург, ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова»
ira.shatilova99@gmail.com

Eclipse Scripting Application Programming Interface (ESAPI) это набор инструментов, основанный на программировании преимущественно на C# и предназначен для достижения автоматизации в различных областях работы. Например, в передачи данных, проверке качества плана лечения планировании лечения вплоть до автоматической оптимизации плана, и многое другое. Целью работы является привлечение медицинских физиков для внедрения ESAPI в свой рабочий процесс для сокращения времени работы над планом и сведения к минимуму ошибок, связанных с человеческим фактором.
В каждой новой версии ESAPI Varian добавляют новые и новые возможности в создании скриптов.
В версии 15.5 добавляется Visual Scripting, новый режим написания сценариев, который представляет собой визуальный конструктор потока программирования для непрограммистов. Также очень полезное нововведение, но, к сожалению, с очень ограниченным функционалом. На данный момент мы изучаем возможности ESAPI и веб приложения Aria Access и создаем скрипты, которые могут облегчить и ускорить работу нашей команды. Сейчас автоматизированные сценарии помогают нам в оконтуривании, помогают в создании плана. Все лечебные планы унифицированы: с помощью скриптов мы переименовываем названия планов и пучков с учетом угла гантри и разворота стола. Кроме этого, мы активно используем рабочее пространство CarePath, с которым работают рентгенологи, врачи и физики. Наши врачи в обязательном порядке для каждого пациента в системе Eclipse указывают диагноз и составляют предписание в Prescribe Treatment, поэтому для каждого пациента мы создаем отчет на лечение через скрипты именно с той информацией, которая необходима нам.
С увеличением количества больных наша главная задача быстро и качественно сделать лечебный план. Не допускать ошибок, которые могут повлиять, как на само лечение, так и на рабочий процесс. Использование скриптов, в свою очередь, не только ускоряет работу медицинских физиков, но и сводит к минимуму подобные ошибки.

Наночастицы PLGA для бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний

Клименко М.А. Сокол М.Б., Яббаров Н.Г., Моллаева М.Р., Чиркина М.В., Гуляев И.А., Друзина А.А., Сиваев И.Б., Брегадзе В.И., Никольская Е.Д.
Институт Биохимической Физики им. Н.М. Эмануэля РАН, лаборатория количественной онкологии, Москва, Россия
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов, Москва, Россия
Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, лаборатория алюминий- и бороорганических соединений, Москва, Россия
klimenko.makcim@yandex.ru

Одним из перспективных методов лечения онкологических заболеваний является бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ), который основан на ядерной реакции поглощения стабильным изотопом 10B нейтрона с образованием 7Li и альфа-частиц с высокой энергией и коротким радиусом поражения, что позволяет воздействовать только на опухолевые клетки, не затрагивая здоровые ткани. Одной из проблем терапии является достижение концентрации изотопа бора 10B в опухолевой клетке в концентрации ~20 мкг/г опухоли. Преодолеть эту проблему могут помочь наноразмерные системы доставки, синтез которых в настоящее время является актуальным направлением. Перспективными системами доставки являются наночастицы (НЧ) из сополимера молочной и гликолевой кислот (PLGA) в виду биосовместимости и биодеградируемости сополимера.

Цель работы. Разработать технологию синтеза новой системы доставки в виде наночастиц на основе сополимера молочной и гликолевой кислот для бор-нейтронзахватной терапии.

Материалы и методы. Получение НЧ проводили методом двойных эмульсий с последующим упариванием растворителя. В качестве модельного соединения для БНЗТ было выбрано - натриевая соль 1,2-дикарболлида кобальта. Для оптимизации условий получения НЧ с наилучшими показателями были применены планы Бокса-Бенкена.

Результаты исследований. С помощью планов Бокса-Бенкена варьировали количество полимера, объем растворителя, концентрацию стабилизатора эмульсий. Была оптимизирована методика синтеза НЧ. Добавление в полимерную матрицу полиэтиленгликоля PEG позволило увеличить общее содержание препарата. Дополнительное включение флуоресцентного красителя Cy5.5 позволило оценить накопление в клетках in vitro методом проточной цитометрии. Полученные НЧ были охарактеризованы с определением среднего диаметра (методом динамического светорассеяния), дзета-потенциала, общего содержания препарата (спектрофотометрическим методом). Была изучена кинетика высвобождения препарата в течение 216 часов при +37°C и pH 7.4.

Заключение. Была разработана технология получения НЧ с 1,2-дикарболлидом кобальта, с средним диаметром 267±8 нм, дзета-потенциалом -28.8±5.2 мВ, общим содержанием препарата 7.5 масс.%, что является перспективным для дальнейшего применения в терапии онкологических заболеваний методом БНЗТ.

Стохастическая модель процессов распространения - бор-10-фенилаланина - модифицирующего агента нейтрон захватной терапии

Гиневский Д.А., Ижевский П.В., Шейно И.Н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), г. Москва
dgin@oits.ru

Цель работы - исследование кинетики распределения бор-10-фенилаланина, как дозомодифицирующего агента при БНЗТ.

Материалом послужили данные литературы о результатах экспериментов различных групп авторов изучавших распределение бора при внутривенном введении бор-10-фенилаланина при БНЗТ. Модель создана на основе системы стохастических дифференциальных уравнений (СДУ), где коэффициенты модели являются случайными функциями пространства и времени. Мгновенные значения случайных функций, задаются через плотность вероятности, которая определяющиеся на основе анализа процессов протекающих в тканях и клетках.

Модель позволяет оценить изменяемое во времени пространственное распределение препарата, как в различных слоях опухоли, так и в примыкающих к ней здоровых тканях. Динамика накопления и выведения 10B рассчитывалась начиная с объема опухоли в 1 куб. см, но может быть масштабирована на большие изучаемые объемы.

Результаты моделирования показали неоднородность распределения по концентрации препарата в опухоли, в частности BPA плохо проникает вглубь опухоли. Это приводит к значительным погрешностям при оценке получаемых в экспериментах данных биопсии. Показано, что при использовании технологии ПЭТ/КТ существуют проблемы оценки концентрации 10B и окружающих тканях, препятствующих проведению количественного сравнения результатов расчета с имеющимися экспериментальными данными.

Впервые с помощью компьютерного моделирования показана динамика пространственного распределения бора, модифицирующего лучевое воздействие при БНЗТ. Для бор-10-фенилаланина максимум концентрации в ткани опухоли, в зависимости от схемы введения препарата и типа опухоли может наблюдаются через 8-12 часов после начала его поступления в кровь.

Заключение: Результаты компьютерного моделирования показывают, что оптимальное время проведения нейтрон захватной терапии с 10B (бор-10-фенилаланин) составляет 8-12 часов после начала двухчасового введения препарата. Однако требуются проведение дополнительных натурных экспериментов, для уточнения динамики накопления и выведения 10B в опухоли.

Стохастическая модель процессов распространения препаратов платины в опухолевых тканях

Гиневский Д.А., Ижевский П.В., Шейно И.Н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), г. Москва
dgin@oits.ru

Цель работы - исследование кинетики распределения препаратов платины, как модифицирующих агентов повышающих эффективность химиолучевой терапии солидных опухолей.

Материалом послужили данные литературы о результатах экспериментов различных групп авторов изучавших распределение препаратов платины (Pt) в клетках опухолей и в тканях окружающих опухоль. Модель создана на основе системы стохастических дифференциальных уравнений (СДУ), где коэффициенты модели являются случайными функциями пространства и времени. Мгновенные значения случайных функций, задаются через плотность вероятности, которая определяется на основе анализа процессов протекающих как в тканях, так и внутри клеток. Подробное описание разработанного математического аппарата представлено в.

Модель позволяет оценить изменяемое во времени пространственное распределение препарата, как в различных слоях опухоли, так и в примыкающих к опухоли здоровых тканях. Динамика накопления и выведения Pt рассчитывалась начиная с объема 1 куб. см, но может быть масштабирована на большие изучаемые объемы, при этом может задаваться конкретная форма и расположение опухоли.

Результаты моделирования показали неоднородность распределения концентрации препарата в опухоли. Это приводит к значительным погрешностям при оценке получаемых в экспериментах данных биопсии. Впервые получены результаты расчетов концентрации Pt в опухоли, для ее возможных функциональных состояний внутри клеток.

Показано, что оптимальное время облучения после введения модифицирующего агента, которое совпадает со временем достижения максимума концентрации Pt в опухолевых клетках, составляет для цисплатина 3-5 суток после начала введения препарата.

Заключение: Для повышения эффективности комбинированной химиолучевой терапии, цисплатин следует вводить не менее чем за 72 часа до начала лучевой терапии.

Облучение клеточных культур протонами со сверхвысокой мощностью дозы.

В.В. Мартынова, С.В. Акулиничев, С.И. Глухов, Е.А. Кузнецова, И.А. Яковлев
Институт ядерных исследований РАН, Москва;
Институт экспериментальной и теоретической физики РАН, Пущино;
donvaleriia@gmail.com

За последние несколько лет доклинические исследования показали, что лучевая терапия с высокой мощностью дозы может существенно снизить токсичность для нормальных тканей при сохранении летальности злокачественных новообразований. На сегодняшний день множество исследовательских групп ведут изучение флэш-терапии с использованием электронов, протонов и фотонов с различными типами ткани и экспериментальных животных. Протоны имеют дополнительное преимущество по сравнению с электронами и фотонами из-за большей конформности распределения дозы облучения тяжелыми частицами и дополнительных эффектов, связанных с высокой линейной передачей энергии (ЛПЭ) в области модифицированного пика Брэгга (SOBP). Именно поэтому изучение протонной флэш-терапии актуально для дальнейшего развития лучевой терапии.

В данных экспериментах облучались опухолевых клетки: аденокарцинома толстой кишки человека (HT-29). В качестве нормальных клеток были взяты мезенхимальные стволовые клетки (ADSC) жировой ткани человека – фибробласты. Облучение проводилось на сильноточном линейном ускорителе средних энергий ИЯИ РАН. Были выбраны три режима в зависимости от средней дозы $\dot{D}m$: одноимпульсный флэш (splash) режим при $\dot{D}m$~106 Гр/с; обычный флэш-режим при $\dot{D}m$~100 Гр/с; конвенциональный режим при $\dot{D}m$<1 Гр/с. Клеточные культуры облучались в области модифицированного пика Брэгга (SOBP). Контроль дозы осуществлялся с использованием калиброванных радиохромных пленок EBT-XD. Анализ проводился с помощью флуоресцентной микроскопии.

Для определения апоптотических и некротических клеток, была произведена окраска анексином и йодистым пропидием. Результаты снимались через 24 и 48 часов после облучения. Также оценивалась митохондриальная активность живых клеток и репликация ДНК. Данные параметры оценивались в течении первых пяти суток после облучения.

По результатам апоптоза и некроза HT-29 было подтверждено преимущество одноимпульсного режима по сравнению со стандартным флэш и конвенциональным. Также наблюдалось повышенная выживаемость фибробластов во сплэш и флэш режимах по сравнению с конвенциональным. Зафиксированы изменения в пролиферативной и митохондриальной активности клеток в зависимости от клеточной культуры, подведенной дозы и мощности дозы.

Фотодинамическая терапия онкологических заболеваний

С.Н. Морозкина, П.П. Снетков, М.А. Пугачевский, И.С. Гаркушина
ИВС РАН, 199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой пр. 31
ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России, 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д.2-4
ФГБОУ ВО «ЮЗГУ», 305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
i_norik@mail.ru

Фотодинамическая терапия (ФДТ) предполагает использование специального препарата (фотосенсибилизатора), который, проникая в опухолевые клетки, активируется под воздействием света определённой длины волны, что приводит к гибели раковых клеток.

Раковые клетки активнее поглощают и накапливают фотосенсибилизирующие агенты по сравнению со здоровыми клетками. При точечном воздействии света на опухоль происходит образование активных форм кислорода, которые убивают раковые клетки. Более того, при ФДТ дополнительно повреждаются кровеносные сосуды в опухоли, что ограничивает поступление крови к ней, и, соответственно, тормозит её рост.

Прохождение светового излучения, используемого в ФДТ, ограничено глубиной тканей в 7-9 мм, что позволяет проводить терапию только для лечения поверхностных или расположенных под кожей/слизистой оболочкой опухолей. Тем не менее, ФДТ может нанести вред здоровым клеткам в зоне лечения, вызывая ожоги и отеки в тканях, поэтому актуальной задачей является разработка селективных сенсибилизаторов нового поколения, способных эффективно уничтожать раковые клетки и одновременно оказывать протективное действие на окружающие здоровые ткани.

В настоящее время исследователи ищут способы распространить ФДТ на другие виды онкологических заболеваний, такие как рак мочевого пузыря, лейкемия, саркома мозга, включая совершенствование используемого оборудования и способы доставки светового излучения к пораженному участку.

Более того, в активной фазе находятся исследования, направленные на установление возможности использования ФДТ для лечения рака крови и минимизации негативного иммунного ответа после процедуры трансплантации стволовых клеток.

Также ведутся работы по созданию нового типа ФДТ, называемой фотоиммунотерапией. При этом лечении фотосенсибилизатор и флуоресцентный краситель сочетаются с адресным агентом, имеющим сродство к раковым клеткам. Благодаря наличию флуоресцентного красителя опухоль начинает светиться, что служит меткой для точечного воздействия светового излучения. Более того, исследования показали, что проводимое лечение вызывает устойчивый иммунный ответ, который может подготовить иммунную систему к нацеливанию на раковые клетки в будущем. В связи с этим, разработка новых лекарственных препаратов для ФДТ является перспективным направлением в биомедицине.

Радиомеченные системы на основе гиалуроновой кислоты для диагностики и визуализации

П.П. Снетков, С.Н. Морозкина, И.С. Гаркушина
Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, Лит. А
ИВС РАН, 199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой пр. 31
ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России, 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д.2-4
snetkov.pp@gmail.com

Гиалуроновая кислота – это природный гетерополисахарид, состоящий из чередующихся остатков N-ацетил-D-глюкозамина и D-глюкуроновой кислоты. Благодаря своим уникальным биологическим свойствам гиалуроновая кислота и её производные широко используются в области биомедицины. В частности, наночастицы на основе гиалуроновой кислоты могут использоваться в качестве носителей для направленной доставки широкого спектра терапевтических или диагностических агентов.

Учитывая, что диагностические агенты могут обладать токсическим эффектом, их инкапсулирование в биополимерную матрицу может снизить побочные эффекты и, помимо этого, обеспечить его адресную доставку к опухоли благодаря наличию специфических рецепторов гиалуроновой кислоты на поверхности клеток: CD-44, HARE, LYVE-1, CD-168 (RHAMM)

Новые методы терапии онкологических заболеваний требуют высокочувствительной диагностики в сочетании с адресной терапией, направленной на раковые клетки. Так, недавнее исследование описывает стабильные pH-чувствительные наночастицы куркумина на основе меченных 99mTc конъюгатов гиалуроновой кислоты с холестерилгемисукцинатом и D-α-токоферилполиэтиленгликольсукцинатом. Результаты исследования показали, что разработанные наночастицы обладают активным «нацеливанием» на рецептор CD-44 раковых клеток, эффективным ингибированием её роста, а также ядерной визуализацией, что может служить новой платформой для тераностики рака молочной железы.

Важно отметить, что радиомеченная гиалуроновая кислота может применяться не только для диагностики и лечения онкологических заболеваний, но, и, например, для оценки нарушения регуляции гиалуроновой кислоты, которое способствует повреждению легких при остром респираторном дистресс-синдроме. В качестве меток авторы использовали 125I и 99mTc. Результаты показали, что разработанные диагностические системы можно использовать как для оценки уровня гиалуроновой кислоты в легких, так и для измерения повреждений кожи и мониторинга заживления кожных ран.

Таким образом, современные исследования подчеркивают актуальность применения гиалуроновой кислоты как в качестве носителя радиофармацевтических препаратов так и несомненную важность самой полимерной матрицы меченой радиоизотопами, направленных как на диагностику, так и на терапию различных заболеваний.

Математические модели фармакокинетики борфенилаланина для планирования нейтрон-захватной терапии (обзор)

Шейно И.Н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), г. Москва
igor.sheino@rambler.ru

Появление доступных компактных источников эпитепловых нейтронов, позволяющих их размещение в клинике, вернуло интерес к нейтрон-захватной терапии с борными препаратами (БНЗТ). Эффективность БНЗТ достигается селективной доставкой препаратов, содержащих нуклид 10B, к опухолевым клеткам с последующим облучением нейтронами низкой энергии. Это приводит по реакции 10B(n, α)7Li к высоко локализованному выделению энергии вторичными частицами с высокой ОБЭ и вызывает гибель клеток. Технология БНЗТ подобна таргетной радионуклидной терапии, но в отличие от нее радиоактивным нуклид становится только в момент облучения.

В настоящее время (L)-4-dihydroxy-borylphenylalanine (BPA), обогащенного на 99% 10B, является одобренным FDA и наиболее часто используемым соединением бора в клинических исследованиях БНЗТ. BPA преимущественно поглощается в опухолевых клетках посредством транспортера аминокислот L-типа (LAT1) и эффективно доставляет 10B к опухолям различного типа.

Мощность поглощенной дозы в опухоли и нормальных тканях во время облучения линейно зависит от концентрации 10B. В то же время, биологический эффект зависит от поглощенной дозы не линейно. Поэтому недостаток концентрации10B, а значит и поглощенной дозы, может привести к неполному уничтожению клеток опухоли, что приведет к рецидиву и/или снижению общей выживаемости, тогда как при поглощенных дозах, эффективных для уничтожения опухолевых клеток, дальнейшее нейтронное облучение может повредить нормальные ткани, что снижает эффективность лечения.

Таким образом, знание концентрации 10B в опухоли и здоровых тканей во время облучения становится одним из ключевых факторов, влияющих на прогноз эффективности лечения методом БНЗТ, а фармакокинетические модели BPA являются основным компонентом системы планирования.

Планирования БНЗТ заключается в выборе дозы вводимого препарата (мг BPA/кг массы тела пациента), режима его введения, времени и способа облучения пациента источником нейтронов заданной интенсивности и спектра для обеспечения максимального терапевтического эффекта.

Рассматриваются современные математические модели фармакокинетики BPA, позволяющие определить динамику концентрации 10B в опухолевых и здоровых тканях в зависимости от введенной дозы и времени инфузии препарата.

Рассматриваются полуэмпирические (компартментные) модели, требующие калибровки по данным динамических ПЭТ-исследований пространственно-временного распределения BPA меченного позитронным эмиттером 18F, а также механистические модели фармакокинетики. Исходными данными для всех этих моделей служат модели динамики концентрации BPA в крови пациента.

Особенности проведения и методическое сопровождение клинических исследований радиофармацевтических лекарственных препаратов

Лабушкина А.А., Клементьева О.Е., Кодина Г.Е., Астрелина Т.А., Самойлов А.С.
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва
НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» МЗ России, г. Москва
lanar19@mail.ru

Актуальность. Актуальная проблема развития ядерной медицины в России и в мире – отсутствие в нормативных документах, действующих на территории Российской Федерации, ЕАЭС, а также в зарубежных странах норм и правил проведения клинических исследований (КИ) радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП), как особой группы лекарственных средств, содержащих в готовой для использования форме один или несколько радиоактивных изотопов, и обладающих, таким образом, рядом особенностей при планировании, проведении и экспертизе КИ данной группы препаратов. В июле 2018 года Коллегия Евразийской экономической комиссии в целях гармонизации требований, предъявляемых к проведению КИ, установленных законодательством государств–членов Евразийского экономического союза решением № 11 от 18.07.2018 г. опубликовала «Руководство по общим вопросам клинических исследований». Однако вопросы КИ РФЛП в документ не вошли. По прежнему и в Российской Федерации и в нормативно-правовом поле ЕАЭС отсутствуют методические рекомендации по разработке и оформлению документов, необходимых для получения разрешения на проведение КИ РФЛП. Кроме того, сохраняется неоднозначность трактовки ряда терминов, отсутствуют шаблоны документов, требуемых как для получения разрешения на проведение КИ, так и для оформления их результатов. Эта ситуация часто приводит к возникновению недопонимания экспертом обоснованности дизайна исследования, некоторых понятий и данных, содержащихся в основных документах КИ РФЛП.

Цели. Целями работы являлось: отразить в сравнительной форме особенности КИ РФЛП и их ключевые отличия от КИ других лекарственных средств, проанализировать принципиально важные проблемные моменты, возникающие при проведении КИ РФЛП в соответствии со стандартным для всех лекарственных препаратов подходом к планированию и выполнению КИ и предложить путь решения этих проблем.

Методы. Одним из возможных путей решения обозначенных проблем являются конкретизация и юридическое закрепление норм и правил выполнения КИ РФЛП. Для решения этого вопроса авторами были разработаны формы методических документов, регламентирующих выполнение КИ новых РФЛП и дана оценка значимости принятия единообразных форм документов, необходимых для получения разрешения и проведения КИ РФЛП на территории РФ и странах ЕАЭС.

Результаты. Авторами представлены разработанные формы методических документов (протокол КИ, брошюра исследователя, отчет о результатах КИ), регламентирующих выполнение КИ новых РФЛП.

Заключение. Авторами впервые разработаны формы основных методических документов, необходимых для проведения клинических исследований радиофармацевтических лекарственных препаратов (протокол КИ, брошюра исследователя, отчет о результатах КИ).Разработка и принятие единообразных форм документов, необходимых для получения разрешения и проведения КИ РФЛП, позволит гармонизировать КИ, выполняемые на

территории РФ и ЕАЭС. Проведение КИ новых РФЛП в соответствии с разработанными формами документов позволит облегчить процедуру получения разрешения на проведение КИ, а также упростить и ускорить процессы регистрации и осуществления ввода в гражданский оборот новых РФЛП для радионуклидной диагностики и терапии ряда социально-значимых заболеваний в медицинских учреждениях Российской Федерации.
Разработка документов проведена в рамках государственного задания ФМБА России.

Радионуклидная терапия Радием-223 .

Опыт ГАУЗ "Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»
Е.Б Васильева, К.А. Толпейкина, Д.М.Ростовцев
ГАУЗ «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»;
Россия, 454087 Челябинск, ул. Блюхера, 42
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 454092 Челябинск, ул. Воровского, 64
v_kat@rambler.ru

Актуальность: До 85 % всех метастазов при раке предстательной железы приходится на кости, что в свою очередь, ассоциировано со скелетными осложнениями, угнетением функции костного мозга, а так же со значительным снижением общей выживаемости. Ra-223 – это первый радиофармацевтический остеотропный препарат, излучающий альфа-частицы, значимо увеличивающий общую продолжительность жизни и время до наступления костных событий у пациентов с кастрационнорезистентным раком предстательной железы(КРРПЖ) с метастазами в кости.
Цель работы: оценить клиническую значимость применения радионуклидной терапии (РНТ) Радием- 223 у больных КРРПЖ с метастазами в кости.
Материалы и методы исследования: проведен анализ карт пациентов с КРРПЖ с метастазами в кости, получающих лечение Радием-223 в отделении РНТ ГАУЗ «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»(ЧОКЦО и ЯМ) с 2019 по настоящее время. На сегодняшний день лечение начали получать 59 пациентов, им проведено 284 введения. Полный курс лечения (6 введений) получили 30 пациентов (51%), 19 больным (32%) лечение прервано по различным причинам, 10 пациентов (17%) лечение продолжают.
Результаты: Результаты оценены у 49 пациентов, завершивших терапию. У 10 больных (20% - от всех завершивших 223Ra) лечение отменено в связи с прогрессированием заболевания, развившегося в процессе терапии. Из них у 9 пациентов отмечался неуклонный рост о.ПСА и дополнительно диагностированы другие критерии прогрессии: у 2х пациентов - метастазы в печень, у 3х - клинически значимое локальное прогрессирование, у 2х – новые очаги в костях, еще у 2х – признаки клинической прогрессии. У завершивших курс лечения пациентов медиана наблюдения составила 14 месяцев. На сегодняшний день 11 больных продолжают находиться под наблюдением без признаков прогрессирования. У 19 пациентов зарегистрировано прогрессирование в сроки от 1 до 14 месяцев после завершения терапии. Из них у 10 пациентов (53%) имеет место изолированный рост о.ПСА, у 6 (32%) – новые метастазы в кости, у 1 (5%) – метастазы в лимфоузлы, у 2х (10%) – клиническая прогрессия в сочетании с ростом о.ПСА.

Заключение: Таким образом, радионуклидная терапия препаратом Радий-223 является возможной эффективной опцией лечения больных с КРРПЖ с костными метастазами, так как способствует увеличению продолжительности и сохранению качества жизни таких пациентов.

Гибридная визуализация ОФЭКТ/КТ 99mTc-MDP в ранней диагностике костных изменений зубного происхождения остеомиелита костей челюсти

Терехова Н.В., Терехов В.И.
Белорусский государственный медицинский университет, Кафедра общей стоматологии, ассистент. 220083, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Дзержинского, 83 Учреждение здравоохранения «5-я городская клиническая больница». Изотопная лаборатория - ОФЭКТ/КТ, заведующий. 220026 Республика Беларусь г. Минск, ул. Филатова, 9/14
nuc.med@tut.by

Цель: оценить эффективность и диагностическую ценность однофотонной эмиссионной томографии-компьютерной томографии (ОФЭКТ-КТ) в диагностике костных изменений зубного происхождения, остеомиелита костей челюсти и сравнить этот метод с планарной сцинтиграфией костей, ОФЭКТ и КТ. Материалы и методы. Обследованы и проанализированы данные 23 пациента с предполагаемым остеомиелитом челюсти. Планарные изображения и ОФЭКТ оценивались врачом-радиологом, КТ – рентгенологом, а ОФЭКТ-КТ - врачом ядерной медицины совместно. На основании достоверности диагноза присваивалась оценка от 1 до 5 баллов, где 1 — определенно остеомиелит, 2 — вероятно остеомиелит, 3 — сомнительно, 4 — вероятно нормально и 5 — определенно нормально. Рассчитывали площади зон интереса под кривыми (AUC). Для диагностических значений балл ≤2 считался положительным. Результаты. AUC была самой высокой для ОФЭКТ-КТ (0,977), за ней следовали ОФЭКТ (0,909), КТ (0,886) и плоское BS (0,614). Однако между методами не было обнаружено существенных различий, за исключением пограничной значимости между планарной сцинтиграфией с ОФЭКТ/КТ (P = 0,071) и КТ (P = 0,072). Точность составила 46% для планарной сцинтиграфии, 85% для ОФЭКТ, 77% для КТ и 92% для ОФЭКТ/КТ.
Заключение. Результаты показывают, что гибридная визуализация (ОФЭКТ/КТ) костей лицевого черепа является ценной процедурой для выявления поражений челюсти, связанных с зубами, дает очень полезные данные о состоянии полости рта этих пациентов и полезна в диагностике остеомиелита, и по чувствительности превосходит планарную сцинтиграфию, ОФЭКТ или КТ для диагностики остеомиелита. Точность составила для ОФЭКТ-КТ - 92% по сравнению 46% для планарной сцинтиграфии, 85% для ОФЭКТ, 77% для КТ.

Иммуно-ПЭТ в онкологии.

Хакулова Б. М.
НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина; г. Москва
khakulovab@mail.ru

Ценными инструментами для персонализированного лечения пациентов с онкологическими заболеваниями является точная диагностика, одним из направлений которой является позитронно-эмиссионная томография с использованием радиофармпрепаратов на основе моноклональных антител. Использование этого метода позволяет визуализировать экспрессию определенной молекулярной мишени в опухолевой ткани для оценки распространенности.

Целями иммуно-ПЭТ могут являться как оценка распространенности опухолевого процесса и планирование терапии, так и контроль эффективности лечения.

Разработанные РФП не на применении полноразмерных антител, а на основе отдельных фрагментов антител позволяют выполнять визуализацию в более раннем периоде после введения РФП и характеризуются лучшим клиренсом из нормальных тканей, кровотока и, соотвественно, дают лучшее соотношение опухоль/фон.

Учитывая особенности фармакокинетики иммуноглобулинов, для визуализации с РФП на их основе необходимы долгоживущие изотопы, среди которых наиболее широко применяемыми являются 89Zr и 64Cu. Их использование требует применения специальных хелаторов для 89Zr - десферриоксамин (Df,DFO), для 64Cu- DOTA.

Существует большой спектр радиофармпрепаратов на основе моноклональных антител и их фрагментов, часть которых уже находится на этапе клинических исследований.

Наиболее широко изучаемыми мишенями для иммуно-ПЭТ являются рецептор Her2/neu, РЭА, CD20,CD38, иммунологические контрольные точки (ИКТ).

Проведенные единичные исследования на малой когорте больных убедительно показали перспективность иммуно-ПЭТ диагностики в определении экспрессии антигенов in vivo и в оценке эффективности таргетной и радионуклидной терапии.

Возможность локального облучения предстательной железы на фоне терапии Ra223 у пациентов с метастатическим кастрационно -резистентным раком предстательной железы.

Кулакова А.С., Бенцион Д.Л., Ветров В.А.
ГАУЗ СО "СООД" г. Екатеринбург
askulakova92@mail.ru

Актуальность: Пациенты с метастатическим кастрационно-резистентным раком предстательной железы (мКРРПЖ) представляют собой гетерогенную группу, внутри которой имеются пациенты с прогрессирующим опухолевым процессом в предстательной железе. Локальное облучение на фоне системной терапии Ra 223 привело бы к улучшению онкологических результатов данной когорты пациентов.

Цель исследования: оценить безопасность локального облучения предстательной железы у пациентов с мКРРПЖ, получающих терапию Ra223.

Материалы и методы: С августа 2019 г. по декабрь 2022 г. в ГАУЗ СО «СООД» пролечено 240 пациентов с мКРРПЖ, проведено 1039 введений. В данный анализ включены 173 пациента, получивших от 1 до 6 инъекций Ra223.

Пациенты были разделены на две группы. Группа 1 - пациенты, которым проводилось локальное облучение предстательной железы на фоне терапии Ra223 -20 пациентов (11,6%) и группа 2 – пациенты, которым проводилась только системная терапия - 153 пациента (88,4%). Локальное облучение проводилось в режиме гипофракционирования согласно внутреннему протоколу медицинской организации: 6 Гр, 6 фракций 1 раз в неделю в период между первым и третьим введением Ra223. Оценка показателя контроля заболевания (ПКЗ) осуществлялась по данным радиологических исследований (остеосцинтиграфии, ПЭТ-КТ с GA-PSMA68).

Результаты: Все пациенты завершили курс лечения Ra223 и локального облучения предстательной железы в полном объеме. Оценка нежелательных явлений проводилась по шкале CTC AE 5.0. При оценке гематологической токсичности в группе 1 – анемия 1-2 степени выявлена в 12 случаях (60%), 3-4 степени – не выявлена; нейтропения 1-2 степени – 4 (20%), 3-4 степени – не выявлена; тромбоцитопения 1-2 степени – 4 (20%), 3-4 степени – не выявлена. При оценке гематологической токсичности в группе 2 – анемия 1-2 степени выявлена в 94 случаях (61,4%), 3-4 степени – 6 (3,9%); нейтропения 1-2 степени – 47 (30,7%), 3-4 степени – 5 (3,3%); тромбоцитопения 1-2 степени – 79 (51,6%), 3-4 степени – 2 (1,3%).

Так же в группе 1 проводилось изучение частоты нежелательных явлений со стороны органов малого таза. У 3 пациентов (15%) наблюдались лучевой цистит 1 степени, лучевой ректит 1 степени, у 1 пациента – лучевой ректит 2 степени.

ПКЗ в группе 1 составил 63,2% (31,6% - стабилизация, 31,6% -положительная динамика, 36,8% - отрицательная динамика).

В группе 2 ПКЗ составил 57% (26% - стабилизация, 31% - положительная динамика, 43% - отрицательная динамика).

Выводы: Локальное облучение предстательной железы не оказало негативного влияния на переносимость Ra223. В группе пациентов, которым проводилось локальное облучение, частота нежелательных явлений не отличалась от контрольной группы.

Ra223 показал эффективность в отношении ПКЗ у пациентов с мКРРПЖ. В дальнейшем мы планируем оценить динамику уровня ПСА и показатели локального контроля.

Динамика формирования поглощённых доз в крови лабораторных животных от альфа-излучающих радионуклидов с последовательными распадами

Матвеев А.В.
Омский государственный медицинский университет Минздрава России, Омск
matav@mail.ru

С начала XXI века начались активные исследования по разработке принципиально новых радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) на основе альфа-излучающих материнских радионуклидов для радионуклидной терапии микроопухолей и метастазов. Основная трудность в оценке поглощённых доз внутреннего облучения таких препаратов заключается в учёте лучевых нагрузок от всех дочерних радионуклидов последовательного распада с альфа- и бета-превращениями.

Немаловажную роль в расчёте фармакокинетических и дозиметрических характеристик РФЛП играет метод фармакокинетического моделирования. Камерное моделирование кинетики РФЛП в организме экспериментальных животных позволяет количественно описать течение процесса in vivo, математически рассчитать скорости перехода РФЛП между органами и тканями (камерами модели), а также зависимые от них фармакокинетические и дозиметрические характеристики.

Цель работы: разработка методики расчёта накопленных к определённому моменту времени и полных поглощённых доз в крови лабораторных животных от альфа-излучающих радионуклидов с последовательными распадами в рамках метода камерного моделирования.

Материал и методы исследований. Для апробации разработанной методики и расчёта дозиметрических характеристик были выбраны свободный изотоп 225Ac, вводимый в кровь в составе его хлорида 225AcCl3, и меченный им остеотропный препарат 225Ac-КОЭДФ (монокалиевая соль гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты). Для идентификации необходимых параметров модели были использованы количественные данные о биораспределении 225Ac-КОЭДФ и 225AcCl3 в организме интактных мышей. Идентификация проводилась с использованием метода наименьших квадратов.

Предложенная методика расчёта активностей альфа-излучающего материнского нуклида, используемого в составе исследуемого РФЛП, и всех его дочерних альфа- и бета-излучающих нуклидов основана на законе последовательного радиоактивного распада. Расчёт поглощённых доз осуществляется по полученным в рамках камерного моделирования зависимостям «активность-время» с учётом всех активностей радионуклидов в цепи последовательных распадов.

Результаты исследований. Расчёты дозиметрических характеристик двух меченных 225Ac препаратов в крови интактных мышей показали, что значения накопленных поглощённых доз монотонно возрастают от момента введения препарата, достигая своих предельных значений, равных полным поглощённым дозам примерно к 300 часам. Основной вклад в значения суммарных поглощённых доз дают альфа-излучающие материнский и дочерние радионуклиды. Вклад дочерних бета-излучающих радионуклидов существенно меньше, поэтому при предварительных оценках значений суммарных поглощённых доз их можно не учитывать. При использовании 225Ac-КОЭДФ все лучевые нагрузки на кровь примерно в 2,5 раза меньше по сравнению с 225AcCl3, что объясняется более высоким значением клиренса крови для 225Ac-КОЭДФ.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований 225Ac-КОЭДФ и возможности его клинического применения для терапии скелетных метастазов. В дальнейшем планируется адаптировать разработанную методику к расчёту накопленных и полных поглощённых доз от альфа-излучающих радионуклидов с последовательными распадами в других органах и тканях лабораторных животных.

Применение метки аутолейкоцитов у пациентов с лихорадкой неясного генеза

Мигунова Е.В., Никулина В.П., Хамидова Л.Т., Гузеева А.А., Бегларян К.С.
ГБУЗ «НИИ скорой помощи им Н.В.Склифосовского ДЗМ»,
129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская площадь, д.3.
MigunovaEV@sklif.mos.ru

Цель работы. Оценить диагностическую значимость метода с мечеными аутолейкоцитами для выявления очагов воспаления у пациентов с лихорадкой неясного генеза.

Объект обследования и методы исследований. В исследование включено 95 пациентов в возрасте от 18 до 90 лет, которые проходили лечение в отделениях НИИ СП. В сроки от 7 до 35 суток от даты госпитализации, состояние пациентов осложнилось лихорадкой. При лабораторном обследовании подтверждено наличие воспалительной реакции: С-реактивный белок 84 [мин:3,81; макс:266] (0.00-3.00 мг/л), лейкоциты 13,88 [мин:8,9; макс:35,17] (4.00-9.00х10*9 Ед/л), прокальцитонин 1,1 [мин:0,15; макс:50,12] (0.00-0.10 нг/мл), циркулирующие иммунные комплексы 860 [мин:444; макс: 1363] у.ед. Для выявления причин лихорадки пациентам проводили комплекс клинико-инструментальных методов обследования (рентгенографию, УЗИ, компьютерную томографию) по результатам которого причина достоверно не установлена. Дальнейшее обследование включало РИ с радиофармпрепаратом 99mTc-теоксим-аутолейкоцитами в режимах «Все тело», ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ зон выявленных очагов/инфильтрации. Все пациенты получали антибактериальную терапию до и во время проведения РИ исследования.

Результаты исследований. Зоны лейкоцитарной инфильтрации (ЛИ) выявлены у 93 (97,9%) обследованных. Причем в большинстве случаев отмечали наличие трех (у 59 б-х) или двух (у 29 б-х) патологических зон, локализованных в различных органах и тканях. По частоте встречаемости превалировало накопление аутолейкоцитов в легких - у 61 пациента (65,6%) и миокарде - у 44 пациентов (47,3%). ЛИ отмечена в мягких тканях, почках, кишечнике, в проекции венозных катетеров и трахеи (у пациентов с трахеостомой), области переломов и сосудистых протезов. В единичных случаях инфильтрация отмечалась в структурах и оболочках головного мозга. На основании полученных данных РИ было скорректировано проводимое лечение, которое способствовало выздоровлению 80 пациентов. К сожалению, у 15 пациентов, на фоне генерализации инфекции развивалась системная воспалительная реакция, сепсис приведшие к летальному исходу.

Заключение. Применение радионуклидного исследования с мечеными аутолейкоцитами у пациентов с лихорадкой неясного генеза позволяет получить достоверную визуализацию зон патологической инфильтрации и физиологического распределения клеток. На основе полученных данных, возможно корректирование проводимой терапии, что способствует повышению эффективности проводимого лечения.

Применение сорбционных способностей наноразмерных оксидных композиций на основе Al2O3 в ядерной медицине для наработки радиофармпрепарата Ra223

Конарев С.А, Малютин В.М., Черепнев М.С., Большаков А.М., Неволин Н.Р., Каренгин А.Г., Кузнецов М.С., Ворошилов Ф.А., Безденежных И.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия
konarev_sergey@tpu.ru

Актуальность: получаемый генераторным способом Rn222 является редким элементом, возникающим при радиоактивном распаде материнских ядер, например – Ra226. Анализ источников информации указывает на возможность синтеза Ra223, при наработке Rn222 и его последующим облучении Rn222 нейтронами определенного энергетического диапазона получать Ra223 , который используется для радионуклидной терапии костных метастазов при кастрационно-резистентном раке предстательной железы.

Цель работы: вопрос о создании перспективного способа наработки изотопа Ra223 при помощи оксидной композиции, устойчивой к радиоактивному излучению и термическому воздействию, которая после прохождения плазмохимической обработки, будет являться сырьём для формирования мишенного узла, лежит в основе исследовательской работы.

Материалы и методы: серия экспериментов, состоящая из четырех последовательных опытов при идентичных условиях, направлена на исследование эффективности накопления целевого изотопа на порошковой мишени при облучении в поле генератора нейтронов. В качестве вещества, обладающего высокими сорбционными способностями, был применен Al2O3. Синтез порошков производился на уникальной установке – «Плазменный модуль на базе высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13-01». Настоящая установка предназначена для производства сложных оксидных композиций абсолютного перемешивания, методом плазмохимического синтеза. Для определения количественного содержания выделенного Rn222, синтезированного Ra223 проведен гамма-спектрометрический анализ порошкообразных образцов. В работе использовался коаксиальный германиевый полупроводниковый детектор Canberra GC1518.

Результаты исследований: анализ набранных спектров гамма-излучения показал наличие изотопов Bi214 и Pb214 – дочерних продуктов распада ядер Rn222. Средние значения активностей изотопов составили 2962,96 (МБк) и 2097,93 (МБк) соответственно. А среднее количественное содержание изотопов в образцах составили 1,82 нг (или 2,8·10-8%) и 1,75 нг (или 2,7·10-8%) соответственно.

Выводы: экспериментальным путем установлены сорбционные способности исследуемой оксидной композиции на основе Al2O3. Придание формы прессованием или заключением обогащенного порошка в теплопроводящую герметичную гильзу позволит экспериментально установить оптимальный режим работы нейтронного канала для синтеза Ra223. В последующих работах планируется проведение комплекса мероприятий, направленных на моделирование процесса синтеза ядер на нейтронном канале циклотрона.

Сцинтиграфическая оценка функции слюнных желез после радиолигандной терапии 225Ac-PSMA у пациентов с раком предстательной железы

Сидоренко Е.А., Спиченкова О.Н., Олейник Н.А., Сигов М.А., Кочетова Т.Ю.
МРНЦ им. А.Ф. Цыба г. Обнинск, ул. Королёва, д. 4
forclassiate1@gmail.com

Актуальность. С появлением новых изотопов, доступных для медицинского применения, стремительно расширяются возможности радионуклидной терапии и появляется потребность в контроле безопасности проводимого лечения. Слюнные железы (СЖ) особенно подвержены радиационному повреждению за счет интенсивного поглощения PSMA-лиганда.

Цель. Цель настоящей работы в сцинтиграфической оценке функциональной сохранности СЖ после проведения таргетной терапии 225Ac-PSMA основного заболевания.

Пациенты и методы. Исследование было проведено у 16 пациентов, получающих радиолигандную терапию рака предстательной железы. Предварительно уточнялись анамнестические данные относительно воспалительных заболеваний СЖ и объем получаемого ранее лечения основного заболевания. Сиалосцинтиграфия выполнялась на гамма-камере BrightView с 99mTc-пертехнетатом 150 МБк до начала лечения и спустя два месяца. Протокол динамического исследования был составлен с учетом физических характеристик аниона 99mTc. Использовался низкоэнергетический коллиматор. Протокол динамического исследования: энергетическое окно фотопика 140кэВ с шириной 20%, матрица 128x128 пикселей, 60 кадров 30 с/кадр. Провокационную пробу проводили на 20 минуте (5г аскорбиновой кислоты перорально). Результаты исследования рассчитывались полуколичественным методом. Области интереса: околоушные и поднижнечелюстные слюнные железы. Для определения фона выбирался участок верхней трети шеи, без захвата сигнала от щитовидной железы. Секреторная функция оценивалась в две фазы по графику скорости поглощения препарата и его выведения после стимуляции секреции.

Результаты. Изучив результаты радионуклидной сиалографии пациентов из когорты, мы обнаружили снижение функциональной активности СЖ в разной степени у каждого, составило от 20% до 60%. Прямой связи между выраженностью радиационного повреждения с введенной активностью лечебного РФП и пройденного ранее лечения основного заболевания установлено не было.

Заключение. Сцинтиграфический метод диагностики обеспечивает раннее выявление поражения слюнных желез. Его использование для отсроченных исследований позволит проводить объективную оценку и, в перспективе, определить методы профилактики нежелательных эффектов PSMA-лигандной терапии.

Эволюция радиолигандной терапевтической технологии – выбор изотопа

Сухов В.Ю.
ВЦЭРМ им.А.М.Никифорова МЧС России, С.-Петербург
soukhov@mail.ru

Взвешенный и корректный анализ литературы показывает, что реальной альтернативы использованию радионуклидов для «адресной» терапии онкологических заболеваний не существует.

В настоящее время в ядерной медицине используются различные радиометаллы, в частности для β-радионуклидной терапии все более активно используется 177Lu. В то же время в группе лантаноидов – потенциальных терапевтических радионуклидов имеется β-эмиттер 161Tb (T1/2 = 6,89 д), который имеет химические и физические характеристики, близкие к 177Lu, но со-эмитирует значительное количество оже-электронов в дополнение к β-частицам. В результате распада 161Tb образуются сильно конвертированные возбужденные уровни дочернего ядра (161Dy) – отсюда дополнительная эмиссия электронов Оже и конверсии (19 кэВ, выход 227%). К тому же имеется возможность визуализации за счет гаммма линии с энергией гамма-кванта, 74,6 кэВ (выход 10,2%).

Имеющиеся в литературе сведения о доклиническом использовании противоопухолевых препаратов, меченных 161Tb, свидетельствуют об их большей терапевтической эффективности в сравнении с указанными выше «изотопными» аналогами. Müller C и др. (2014) были первыми, кто применил 161Tb в доклинических исследованиях по терапии опухолей у мышей. Улучшенный терапевтический эффект 161Tb по сравнению с 177Lu был также описан в двух независимых доклинических исследованиях (Grünberg J, 2014, Haller S, 2016, C. Muller, 2018).

161Tb может быть произведен с высокой удельной активностью при облучении обогащенного 160Gd на различных типах облучательных установок (реакторы, генераторы нейтронов, ускорители заряженных частиц); высоким потоком нейтронов в результате ядерной реакции 160Gd(n,g)161Gd/161Tb. Отделение 161Tb от материала гадолиниевой мишени отличается простотой и более высокой эффективностью (легко доступны экстракция, хроматография, диффузионно-термические, иные методы).

Несомненно, 161Tb имеет больший потенциал для использования в будущей клинической практике, нежели столь популярный сегодня 177Lu, за счет выхода 3-х β-частиц на один распад. Это ставит его вне конкуренции в сравнении с 177Lu (и другими низкоэнергетичными бета-излучателями и эмиттерами эдектронов Оже и конверсии типа 153Sm,) в терапии нейроэндокринных опухолей (161Tb-DOTATOC), рака предстательной железы (161Tb-PSMA-617) и др.

Опыт организации маршрутизации больных в федеральные научные центры для проведения терапии радием дихлоридом - 223 при метастатическом кастрационно-резистентном раке предстательной железы

Горяинова А.Ю, Мурашко Р.А., Шаров С.В., Григорян М.М., Кутян В.Ф., Лымарь Е.В., Крылов А.С.
ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» МЗ КК, Краснодар
ФГБОУ ВО КубГМУ МЗ РФ, Краснодар
ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ, Москва
mashelueva@yandex.ru

Актуальность: Лекарственная терапия злокачественных новообразований, в том числе, рака предстательной железы (РПЖ), в настоящее время характеризуется большим количеством инновационных опций.1,2 Регистрация медицинских препаратов, методик или новых показаний и комбинаций дает клиницисту и пациенту право выбора.1,2 Вместе с тем, часто инновации требуют увеличения финансовой нагрузки на бюджет. Для регионального уровня внедрение новых технологий становится крайне затруднительным как с точки зрения финансирования, так и с точки зрения организации данного процесса.3

Цель исследования: оценка эффективности маршрутизации больных кастрационно-резистентным РПЖ Краснодарского края для проведения терапии радием дихлоридом – 223 в ФГБУ НМИЦ им. Н.Н. Блохина.

Материалы и методы: Специалистами Клинического онкологического диспансера №1 г. Краснодар был произведен расчет эпидемиологической потребности в основных лекарственных препаратах для лечения злокачественных новообразований в соответствии с действующими клиническими рекомендациями и статистическими региональными данными, который составил 14 млрд. рублей, из которых 3,9 млрд. необходимо для реализации потребностей льготного лекарственного обеспечения. Приблизительная стоимость (согласно реестру предельно отпускных цен) трехмесячного курса терапии 1 больного кастрационно-резистентным РПЖ антиандрогенами 2 поколения до осуществления только 1 контроля заболевания составляет 307 125,30 – 467 220 рублей. Учитывая данные по заболеваемости РПЖ, частоте и срокам развития кастрационной резистентности, порядка 160 первичных пациентов в год на территории Краснодарского края (без учета количества накопленного контингента больных) должны получить антиандрогены 2 поколения. В условиях ограниченного финансирования тотальное обеспечение больных данной опцией для любого региона становится крайне сложной задачей, как в льготном сегменте, так и в системе ОМС.

В 2021 году произошло перераспределение полномочий в сфере ОМС - указанные выше полномочия в отношении медицинской помощи, оказываемой в рамках ОМС федеральными медицинскими организациями (пункт 11 статьи 5) возвращены на уровень Российской Федерации, в связи с чем была снята финансовая нагрузка с бюджетов ОМС регионального уровня при направлении в НМИЦ.

Сложившаяся ситуация открыла возможности для направления больных Краснодарского края на радионуклидную терапию (РНТ) радием дихлоридом – 223 в НМИЦ. С 2022 года в ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина было направлено 10 пациентов с мКРРПЖ.

Алгоритм направления создан в виде программы «одного рукопожатия» с федеральным экспертом и выглядит следующим образом: отправка предварительных обезличенных данных эксперту ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина; обсуждение с экспертом, согласование даты госпитализации в телефонном режиме; выдача 2 направлений пациенту (ПЭТ/КТ с

ПСМА и консультация); очная консультация в НМИЦ, включение в протокол РНТ; формирование рекомендаций с экспертным мнением на проведение терапии по месту жительства.
Результаты: 4 больных завершили полный курс РНТ, наблюдаются, получают АДТ в настоящее время. 1 больной получил 4 введения – радиологическое прогрессирование – получает олапариб в соответствии с молекулярно-генетическим профилем опухоли в настоящее время. 1 больной получил 4 введения, прогрессирование ХСН, летальный исход по причине ОСН. 1 пациент отправлен в Обнинск на лютеций по результатам ПЭТ/КТ с ПСМА. 1 пациент воздержался от терапии. 2 пациента в настоящее время продолжают терапию радием дихлоридом – 223.
Выводы: Направление пациентов в НМИЦ на РНТ дает возможность: пациенту - получить эффективную линию терапии, позволяющую добиться максимального выигрыша в выживаемости у больных с метастазами в кости, без висцеральных метастазов и ECOG 0-1, медицинской организации - более эффективно использовать выделенные средства, перенаправив дорогостоящие антиандрогены 2 поколения на пациентов с метастатическим гормоночувствительным РПЖ для улучшения результатов их терапии путем максимально раннего назначения максимально эффективной терапевтической опции.

Гибридная визуализация костей черепа (ОФЭКТ/КТ) для оценки боли в челюсти.

Терехов В.И., Терехова Н.В.
Учреждение здравоохранения «5-я городская клиническая больница». Изотопная лаборатория - ОФЭКТ/КТ, заведующий. 220026 Республика Беларусь г. Минск, ул. Филатова, 9/14
Белорусский государственный медицинский университет, Кафедра общей стоматологии, ассистент. 220083, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Дзержинского, 83
nuc.med@tut.by

Цель данного исследования изучить полезность гибридной визуализации однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографии (ОФЭКТ/РКТ) с использованием технеция-99m (Tc-99m MDP) в диагностике боли в челюсти. В отличие от остео сцинтиграфии, ОФЭКТ/РКТ использует томографическую технологию для получения трехмерных изображений, которые полезны при локализации небольших поражений. Материалы и методы. Обследованы и проанализированы данные 21 пациента, у которых диагностирована хроническая боль в челюсти, и сравнены после ОФЭКТ/РКТ с 21 пациентом, контрольная группа, соответствующими возрасту и полу. Выполнен сравнительный анализ накопление РФП в местах с патологическими изменениями челюсти и с болью в челюсти.
Результаты. У 19 из 21 пациента с болью в челюсти, обследованных с помощью ОФЭКТ/РКТ, были положительные результаты сканирования, в отличие от 13 из 21 контрольных субъектов ($P<0.01$). Из 21 в контрольной группе 17 были связаны с ранее выявленными патологиями челюсти. Чувствительность и специфичность для выявления болезненных участков составили 0,79 и 0,68 соответственно. Чувствительность и специфичность для выявления ранее выявленных патологий в челюстях нормальной контрольной группы составили 0,80 и 0,93 соответственно.

Заключение. У пациентов с болью в челюсти значительно большая частота положительных результатов ОФЭКТ/РКТ костей по сравнению с нормальной контрольной группой. Чувствительность и специфичность ОФЭКТ/РКТ при выявлении болезненных участков ниже. Это свидетельствуют о том, что гибридная визуализация ОФЭКТ/РКТ с помощью Tc-99m MDP не показана в качестве рутинной процедуры визуализации для выявления патологий челюсти, но может рассматриваться как дополнительная методика диагностического исследования в сложных случаях.