



Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов

5–7 ноября 2025 г., Москва

Тезисы

Ядерная медицина

ОФЭКТ/КТ-диагностика воспалительного поражения костных структур у пациентов с синдромом диабетической стопы

Балабенко А.О., Удодов В.Д., Зоркальцев М.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Томск

Актуальность. Синдром диабетической стопы (СДС) является одним из наиболее тяжелых осложнений сахарного диабета. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 422 млн человек больны диабетом, у 15–25% из них возникают осложнения в виде СДС. При присоединении инфекции высок риск развития остеомиелита. Другим вариантом осложнения является развитие стопы Шарко, и лечение от гнойно-деструктивных изменений будет отличаться. Поэтому необходимо различать септическое и асептическое поражения стопы.

Цель: расчет границы показателя стандартизованного уровня захвата (standardized uptake value, SUV) для септического и асептического поражений костных структур стоп у пациентов с СДС.

Материал и методы. Обследованы 32 пациента с документально подтвержденным клиническим диагнозом диабетической стопы и наличием остеомиелита или подозрением на него (18 больных с СДС, осложненным остеомиелитом, и 14 с асептическим воспалительным процессом). Проведена однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), с использованием аппарата Symbia Intevo Bold (Siemens, Германия) после внутривенного введения радиофармпрепарата ^{99m}Tc . Расчет показателей SUV_{mean} , SUV_{max} , SUV_{peak} выполняли при помощи программного обеспечения syngo.via (Siemens, Германия). Оценивали следующие параметры: SUV_{bw} – показатель, нормализованный относительно массы тела пациента, SUV_{lbm} , $\text{SUV}_{\text{lbm(janma)}}$ – показатели, нормализованные относительно мышечной массы пациента, SUV_{bsa} – показатель, нормализованный относительно площади поверхности тела пациента. Для вычисления порогового значения SUV проводили ROC-анализ с последующим расчетом площади под кривой (area under curve, AUC).

Результаты. На первом этапе выявлены пороговые значения нормы (нормального костного метаболизма) и патологических изменений в стопах при оценке показателей SUV_{bw} , SUV_{lbm} , $\text{SUV}_{\text{lbm(janma)}}$, SUV_{bsa} . При сравнении значений SUV патологического очага (независимо от вида поражения – асептического или септического) с нормальной костной тканью методом ROC-анализа установлено, что SUV_{lbm} обладает наибольшим показателем AUC. Определено пороговое значение $\text{SUV}_{\text{lbm(max)}}$ для выявления патологических изменений, равное 1,91 (чувствительность 92,4; специфичность 92,7; AUC 0,965). На втором этапе пороговое значение $\text{SUV}_{\text{lbm(max)}}$ при дифференциальной диагностике септических и асептических воспалительных процессов у пациентов с СДС составило 5,97 (чувствительность 90,4; специфичность 70,9; AUC 0,865).

Заключение. Для установления факта воспалительного процесса в стопах у пациентов с СДС возможно применение порогового значения $\text{SUV}_{\text{lbm(max)}}$ 1,91, а для дифференциальной диагностики остеомиелита и стопы Шарко – порогового значения $\text{SUV}_{\text{lbm(max)}}$ 5,97.

«Серая зона» в диагностике рецидива рака предстательной железы после простатэктомии

Короид О.А., Щетинин Р.А., Степанов Е.А., Бурцев А.К.

ООО «Медицина и ядерные технологии», Москва

Актуальность. Оптимальный пороговый уровень и кратность повышения простатспецифического антигена (ПСА), соответствующие диагностике биохимического рецидива после радикального хирургического лечения рака предстательной железы (РПЖ), окончательно не стандартизированы. Тем не менее преобладающим клиническим критерием в настоящее время считается двукратный прирост общего ПСА при его абсолютном значении $\geq 0,2$ нг/мл после радикальной простатэктомии.

Цель: провести сравнительную оценку частоты выявления локального рецидива РПЖ в зависимости от значений общего ПСА.

Материал и методы. Проанализированы результаты исследований 50 пациентов в возрасте от 59 до 86 лет (медиана 70,9 года) с уровнями общего ПСА от 0,12 до 0,78 нг/мл. Анализ показателей общего ПСА, а также позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), проведены до назначения гормональной либо лучевой терапии. У всех больных по результатам гистологического исследования была выявлена ацинарная аденокарцинома от 5 до 9 баллов по шкале Глисона. Выделены две группы пациентов в зависимости от уровня общего ПСА: от 0,12 до 0,49 нг/мл (27 человек в возрасте 59–86 лет) и от 0,50 до 0,78 нг/мл (23 человека в возрасте 59–80 лет). ПЭТ-КТ-исследование проводили на аппарате Biograph mCT S40 3R (Siemens, Германия). КТ-часть выполняли с внутривенным болюсным контрастированием, ПЭТ-часть осуществляли от свода черепа до средней трети бедра. Активность введенного радиофармпрепарата (РФП) составила от 250 до 350 МБк в зависимости от массы тела пациента. Сканирование продолжительностью в среднем 30–40 мин проводили через 90 мин после введения РФП. Постпроцессорную обработку выполняли на станции syngo.via (Siemens, Германия) с использованием фьюжн-изображений и мультипланарных реконструкций и определением максимального стандартизированного уровня захвата (standardized uptake value, SUV).

Результаты. В группе пациентов с уровнем общего ПСА от 0,12 до 0,49 нг/мл у 5 из 27 человек (18,5%) выявлен локальный рецидив, причем во всех 5 случаях оценка по шкале Глисона составила 7 баллов. В группе больных с уровнем общего ПСА от 0,50 до 0,78 нг/мл локальный рецидив отмечен у 8 из 23 человек (34,8%), оценка по шкале Глисона варьировалась от 6 до 9 баллов. В остальных 37 (74%) наблюдениях признаков локального рецидива РПЖ по данным ПЭТ/КТ обнаружено не было вне зависимости от уровня общего ПСА.

Заключение. Полученные данные демонстрируют достоверно более высокую частоту выявления локального рецидива РПЖ при значениях общего ПСА от 0,50 до 0,78 нг/мл по сравнению с уровнем от 0,12 до 0,49 нг/мл. Также показано отсутствие достоверной корреляции частоты обнаружения локального рецидива РПЖ с оценкой по шкале Глисона.

Ультразвуковая диагностика

Показатели и характеристики ретробульбарного кровотока по данным ультразвуковой доплерографии в норме

Вакуленко И.П., Золотухин А.С.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького» Минздрава России, Донецк

Актуальность. Исследование сосудов с помощью ультразвуковой (УЗ) доплерографии позволяет определить гемодинамические показатели состояния глаз. Это доступный, неинвазивный, безопасный и безболезненный способ диагностики, который к тому же отличается высокой информативностью. Однако в настоящий момент существуют трудности в установлении границы референтных и патологических характеристик кровотока.

Цель: определение референтных характеристик ретробульбарного кровотока для условно здоровых людей.

Материал и методы. Проведена УЗ-доплерография сосудов глаз в группе условно здоровых лиц на УЗ-аппарате Viamo SSA 640A (Toshiba, Япония) с линейным датчиком частотой 5–11 МГц. Обследованы 36

человек (72 глаза), из них 14 (39%) мужчин и 22 (61%) женщины. Возраст участников составил 18–25 лет ($19,7 \pm 0,3$ года). Результаты сопоставлены с параметрами систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления. Определены размеры глаза в В-режиме: передне-задний размер (ПЗР), глубина передней камеры (ГПК), толщина заднего контура (ТЗК), толщина зрительного нерва (ТЗН). Измерены параметры кровотока в глазной артерии (АО), центральной артерии сетчатки (CRA), коротких задних цилиарных артериях (PCA) с височной стороны, угловой артерии глаза (AngA), центральной вене сетчатки (CRV). Получены показатели пиковой систолической скорости кровотока (PSV), конечной диастолической скорости кровотока (EDV), индекса резистентности (RI), средневзвешенной скорости кровотока за один цикл (TAMAX), пульсационного индекса (PI), времени систолического ускорения (Acct).

Результаты. Достоверной разницы между участниками по полу и возрасту, а также между левым и правым глазами получено не было ($p < 0,005$). САД составило $115,1 \pm 0,8$ мм рт. ст., ДАД – $75,3 \pm 0,9$ мм рт. ст. Средний показатель артериального давления соответствовал нормальному пониженному. При сопоставлении САД и ДАД с параметрами кровотока статистически значимая корреляция не выявлена ($p < 0,005$). Размеры глаза в В-режиме: ПЗР $24,2 \pm 0,14$ мм, ГПК $3,1 \pm 0,04$ мм, ТЗК $0,86 \pm 0,02$ мм, ТЗН $3,4 \pm 0,06$ мм. Средние значения характеристик кровотока для исследуемых сосудов составили: для OA – PSV $23,7 \pm 0,8$ см/с, EDV $6,3 \pm 0,3$ см/с, RI $0,73 \pm 0,01$, TAMAX $11,1 \pm 0,5$ см/с, PI $1,63 \pm 0,06$, Acct $0,055 \pm 0,001$ с; для CRA – PSV $10,2 \pm 0,4$ см/с, EDV $2,5 \pm 0,1$ см/с, RI $0,75 \pm 0,01$, TAMAX $1,64 \pm 0,2$ см/с, PI $1,64 \pm 0,06$, Acct $0,055 \pm 0,001$ с; для PCA – PSV $13,3 \pm 0,7$ см/с, EDV $4,0 \pm 0,3$ см/с, RI $0,69 \pm 0,01$, TAMAX $7,3 \pm 0,4$ см/с, PI $1,30 \pm 0,04$, Acct $0,057 \pm 0,001$ с; для AngA – PSV $17,2 \pm 0,7$ см/с, EDV $4,6 \pm 0,2$ см/с, RI $0,72 \pm 0,02$, TAMAX $7,8 \pm 0,03$ см/с, PI $1,71 \pm 0,07$, Acct $0,056 \pm 0,001$ с; для CRV – PSV $4,5 \pm 0,2$ см/с, EDV $2,5 \pm 0,1$ см/с, RI $0,45 \pm 0,01$. Все сосуды имели магистральный тип кровотока, характеризующийся острым систолическим пиком, наличием четкой дикротической выемки (с вариантами, достигающими уровня изолинии, ниже и выше нее) и волнообразным диастолическим спектром кровотока (2–4-й пики, следующие за дикротической выемкой, 2-й всегда острый). Acct не превышало 0,07 с.

Заключение. Впервые представлены референтные параметры кровотока, которые могут учитываться для отслеживания его изменений при патологии глаза. Совместное применение спектральных и числовых характеристик потенциально может обладать более высокой точностью диагностики патологий гемодинамики глаза, однако в настоящий момент такая методика не используется ни в научных, ни в рутинных исследованиях.

Возможности ультразвукового исследования в диагностике поддиафрагмальных (подпеченочных) абсцессов у пациентов после хирургического лечения

Гречихина М.В.^{1,2}, Горбунов Н.А.¹, Дергилев А.П.¹, Андреева С.В.²

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск

² ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1», Новосибирск

Актуальность. Абсцессы брюшной полости являются серьезным осложнением патологий брюшины и внутренних органов. Абсцессы поддиафрагмальной, подпеченочной локализации чаще всего образуются после операций на пищеводе, желудке, поджелудочной железе и билиарной системе. Чрескожное дренирование под контролем компьютерной томографии (КТ) считается «золотым стандартом» в лечении образований гнойно-воспалительной этиологии и имеет очень высокий процент успеха. При этом показано, что использование чрескожного вмешательства под контролем ультразвукового исследования (УЗИ) является эффективной и безопасной процедурой лечения поддиафрагмальных, подпеченочных абсцессов. Оба метода диагностики имеют свои преимущества и недостатки. Но на фоне повсеместного использования КТ некоторые важные аспекты вероятного применения УЗИ остаются недооцененными. **Цель:** определить возможности УЗИ в диагностике поддиафрагмально (подпеченочно) локализованных абсцессов у пациентов после хирургического лечения.

Материал и методы. В период с января 2023 г. по март 2025 г. в ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1» г. Новосибирска выявлено 25 пациентов после оперативного лечения с наличием сформированных абсцессов в поддиафрагмальной (подпеченочной) области. Проанализированы ультразвуковые признаки патологических образований, при наличии которых был выбран метод дообследования и лечения. В 1-ю группу вошли пациенты с правосторонней локализацией гнойно-воспалительных образований (60% случаев), во 2-ю группу – с левосторонней локализацией (32%), в 3-ю группу – со срединной локализацией (8%). УЗИ выполняли по стандартному протоколу на аппаратах Affiniti 70G (Philips, Нидерланды) и Рускан 65М (НПО «Сканер», Россия)

Результаты. В 1-й группе абсцессы по локализации были передневерхними, располагающимися кпереди от вершины диафрагмы у 4 пациентов, задненижними – кзади от венечной связки, нижними (подпеченочными) у 11 человек, абсцессов с задневерхней локализацией не зафиксировано. УЗИ было информативным и не потребовало дополнительных методов исследования у 15 пациентов, в 3 случаях выполняли КТ. Пункционно-аспирационная биопсия (ПАБ) под контролем УЗИ оказалась эффективной у 10 больных (у 7 – с нижней подпеченочной локализацией, у 3 – с передневерхней локализацией). Абсцессы поддиафрагмальной локализации образовались после операций на пищеводе, желудке, поджелудочной железе и билиарной системе (в том числе вследствие деструктивного холецистита в 8 наблюдениях), при операциях на кишечнике и по поводу травмы. Во 2-й группе абсцессы топически распределились на верхние (над левой долей печени) у 2 человек, передненижние (под левой долей печени) у 2 пациентов, задненижние (абсцессы сальниковой сумки) у 1 больного и околоселезеночные у 3 пациентов. При помощи УЗИ абсцессы были отчетливо визуализированы в 2 случаях, ПАБ под контролем УЗИ проводилась у 4 человек и была эффективной в 2 наблюдениях. Оперативное лечение потребовалось 6 пациентам, из которых всем выполняли КТ. Абсцессы левосторонней локализации сформировались после операций на селезенке, поджелудочной железе и левой половине ободочной кишки. В 3-й группе 2 включенным в нее пациентам выполняли КТ, при которой диагноз подтвердился. Срединные поддиафрагмальные абсцессы сформировались после резекции желудка. У 13 пациентов из всех групп УЗИ выполняли неоднократно с оценкой динамики на фоне консервативного лечения. Расхождения УЗИ-заключения с данными КТ и оперативного вмешательства зафиксированы в 8 случаях. Комбинация УЗИ и КТ имела высокую чувствительность и специфичность (в 100% случаев удалось визуально подтвердить диагноз). Пункционное лечение проводили после инструментального подтверждения при объеме абсцесса менее 50 мл и наличии достаточного акустического окна, при большем объеме абсцесса было эффективно катетерное дренирование с последующей санацией антисептиками.

Заключение. При УЗИ правосторонний поддиафрагмальный абсцесс визуализирован во всех случаях, КТ лучше выявила левосторонний поддиафрагмальный абсцесс. Томографическая методика в сочетании с УЗИ позволила определить наиболее полную картину для выбора безопасного и эффективного пункционно-дренажного эхоконтролируемого метода лечения в зависимости от локализации и объема патологического образования.

Клинико-лабораторные и ультразвуковые особенности новорожденных от матерей с гестационным сахарным диабетом: анализ вариабельности глюкозы с использованием непрерывного мониторинга

Зими́на Н.Д.¹, Фомина С.В.², Мицеля Е.В.^{1,2}, Самойлова Ю.Г.³

¹ ОГАУЗ «Областной перинатальный центр им. И.Д. Евтушенко», Томск

² ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Томск

³ ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск

Цель: анализ клинических, лабораторных и ультразвуковых особенностей новорожденных от матерей с гестационным сахарным диабетом, оценка взаимозависимости вариабельности глюкозы у матерей и антропометрических показателей матери и новорожденного.

Материал и методы. В исследование включены 70 пациенток, а также их новорожденные дети, которые в зависимости от исходов беременности были разделены на две группы: 1-я группа (основная) – 40 женщин, беременность которых осложнилась развитием гестационного сахарного диабета, 2-я группа (контрольная) – 30 пациенток, беременность которых закончилась рождением живого доношенного ребенка без признаков диабетической фетопатии.

Результаты. При анализе антропометрических данных новорожденных выявлены статистически значимые различия в их росте, который был выше в основной группе ($p=0,03$), в то время как другие параметры (масса тела, окружность груди и живота) статистически значимо не отличались. Лабораторные данные продемонстрировали, что частота гипогликемии у новорожденных с сахарным диабетом была значительно выше ($p=0,001$), однако в группе женщин с непрерывным мониторингом глюкозы этот показатель оказался ниже по сравнению с женщинами без мониторинга. По результатам анализа нейросонографии получена одинаковая частота субэпендимальных кист и дилатации боковых желудочков в обеих группах (7% против 5%), но внутрижелудочковые кровоизлияния и гепатоспленомегалия наблюдались только в основной группе (7% против 0%). Кроме того, установлена сильная положительная корреляция ($R=0,628$)

между индексом массы тела (ИМТ) матерей и расчетным уровнем гликированного гемоглобина ($p=0,038$), свидетельствующая о зависимости увеличения ИМТ от роста гликированного гемоглобина, что подчеркивает необходимость борьбы с ожирением на этапе планирования беременности. Выявлена сильная отрицательная связь ($R=-0,866$) между ИМТ новорожденного и уровнем глюкозы у матери ниже $3,0$ ммоль/л ($p=0,0005$). Эти результаты указывают на связь низкого ИМТ с повышенной вероятностью значений ниже $3,0$ ммоль/л у матери. Частота родовой опухоли была выше в основной группе ($22,5\%$ против 7% ; $p=0,003$). **Заключение.** Проведенное исследование подтвердило значительное влияние гестационного сахарного диабета на клинические характеристики новорожденных, выявив особенно высокую частоту гипогликемии, что подчеркивает необходимость мониторинга гликемии. Непрерывный контроль глюкозы у матерей снижает риски гипогликемии у новорожденных. Нейросонография показала стабильные данные по частоте субэпендимальных кист и дилатации боковых желудочков, но увеличенная частота внутренних кровоизлияний и гепатоспленомегалии требует дальнейшего изучения. Полученные корреляции между ИМТ матерей и уровнями гликированного гемоглобина акцентируют внимание на важности контроля метаболических состояний как у матерей, так и у их детей, подтверждая необходимость комплексного подхода к профилактике и лечению гестационного сахарного диабета.

Ультразвуковая оценка щитовидной железы у детей с аутоиммунными заболеваниями

Панахова М.С., Мамедова Ш.Р., Аскерова Х.Э.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

Цель: оценить ультразвуковые (УЗ) особенности структуры и объема щитовидной железы у детей с аутоиммунными заболеваниями (аутоиммунный тиреоидит, сахарный диабет 1-го типа, ювенильный ревматоидный артрит), а также выявить корреляцию между УЗ-признаками и клинико-лабораторными показателями.

Материал и методы. В исследование включены 72 пациента в возрасте от 6 до 17 лет, проходившие обследование в условиях эндокринологического отделения. Основную группу составили 52 ребенка с диагностированными аутоиммунными заболеваниями (аутоиммунный тиреоидит – 34, сахарный диабет 1-го типа – 12, ювенильный ревматоидный артрит – 6). В контрольную группу включены 20 практически здоровых детей. Всем детям проводили УЗ-исследование щитовидной железы на аппарате Arietta 750 (Fujifilm, Япония) с использованием высокочастотных линейных датчиков (7–15 МГц). Оценивали объем, эхогенность, эхоструктуру, наличие узловых и диффузных изменений, выполняли цветовую и энергетическую доплерографию.

Результаты. В основной группе у 46 (88%) пациентов отмечено снижение эхогенности паренхимы щитовидной железы, у 39 (75%) – неоднородность эхоструктуры различной степени. У 8 (15%) детей выявлены единичные гипоэхогенные очаги до 5 мм без четких капсул, расцененные как псевдоузлы. В подгруппе с аутоиммунным тиреоидитом выраженные сосудистые изменения по данным доплерографии (усиление внутритканевого кровотока, III–IV типы по Lagalla) обнаружены у 21 (61,8%) пациента, что достоверно коррелировало с повышением титра антител к тиреоидной пероксидазе (анти-ТПО) и тиреоглобулину (анти-ТГ) ($r=0,62$; $p<0,01$), а также с уровнем тиреотропного гормона выше референсных значений ($r=0,54$; $p<0,05$). У пациентов с сахарным диабетом 1-го типа снижение эхогенности наблюдалось в 9 (75%) случаях, неоднородность – в 7 (58,3%), однако сосудистые изменения встречались редко (2 случая, 16,7%) и статистически значимой корреляции с уровнями анти-ТПО и анти-ТГ не выявлено ($p>0,05$). В подгруппе с ювенильным ревматоидным артритом ($n=6$) снижение эхогенности отмечено в 4 (66,7%) наблюдениях, неоднородность – в 3 (50%). У этих пациентов обнаружена умеренная положительная корреляция между степенью снижения эхогенности и повышенными титрами анти-ТПО ($r=0,46$; $p<0,05$), тогда как связь с уровнем анти-ТГ была слабой и статистически незначимой ($r=0,28$; $p>0,05$).

Ультразвуковая оценка костных элементов при остеоартрозе височно-нижнечелюстного сустава

Панкратов А.О.¹, Барадина И.Н.², Жерко О.М.¹

¹ *Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск*

² *ГУ «Республиканский клинический стоматологический центр – Университетская клиника», Минск*

Актуальность. Остеоартроз – дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов, широко распространенное среди взрослых пациентов. Оно характеризуется разрушением хряща, ремоделированием субхондральной костной пластинки и синовитом. Для диагностики остеоартроза височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) наиболее часто применяются клинический осмотр, ортопантограмма, конусно-лучевая компьютерная томография. При остеоартрозе ВНЧС выделяют следующие рентгенологические изменения: субхондральный остеосклероз, сужение суставной щели, субкортикальные кисты, краевые остеофиты, уплощение суставных поверхностей. При ультразвуковом исследовании (УЗИ) субхондральный склероз предлагается устанавливать по повышению эхогенности верхней границы головки нижней челюсти (НЧ). Неровность границы кортикального слоя головки НЧ указывает на наличие остеофитов, прерывистость контура кортикального слоя головки НЧ считается признаком его частичного разрушения. При описании эхограмм также выявляется уплощение суставных поверхностей. На текущий момент комплексных УЗИ-признаков остеоартроза ВНЧС, в том числе при оценке костных структур, не разработано.

Цель: изучение УЗИ-признаков остеоартроза костных элементов ВНЧС.

Материал и методы. На базе учреждения здравоохранения «1-я городская клиническая больница» г. Минска на ультразвуковом аппарате Logiq P9 (GE, США) с помощью линейного датчика с рабочей частотой 5–12 МГц 26 пациентам выполнено УЗИ ВНЧС с двух сторон. Оценивали форму латеральных отделов головки НЧ, проводили поиск прерывистости, неровности контура головки, краевых остеофитов. Также измеряли дистанцию смещения головки НЧ, межкостное расстояние как расстояние между головкой НЧ и ближайшей костной поверхностью верхней челюсти (ВЧ), проверяли равномерность движения головки при открытии рта. Определяли толщину субхондрально-хрящевого комплекса (СХК) головки НЧ. Сформированы две группы: 1-я группа включала 14 пациентов (3 мужчин и 11 женщин, средний возраст 35,0 [22,0; 41,5] года, 28 изученных ВНЧС с остеоартрозом, выявленным клиническим и лучевыми методами); во 2-ю группу вошли 12 человек (5 мужчин и 7 женщин, средний возраст 26,5 [24,0; 38,5] года, 24 ВНЧС, где остеоартроз не выявлен).

Результаты. В обеих группах толщина СХК составила 0,60 [0,50; 0,60] мм. Форма головки НЧ отличалась от полукруглой в 1-й группе в 32,14% случаев, во 2-й – в 12,50% ($p=0,088$). Прерывистость и неровность контура головки НЧ в 1-й группе выявлена в 46,43% и 67,86% исследованных ВНЧС соответственно; во 2-й группе – в 33,33% ($p=0,250$) и 37,50% ($p=0,028$) соответственно. Смещение головки НЧ в группе с остеоартрозом при открытии рта составило 8,95 [3,95; 11,55] мм, в то время как во 2-й группе – 13,90 [11,60; 15,65] мм ($p<0,001$). Дистанция от головки НЧ до нижнелатерального края ВЧ при закрытом и открытом рте в 1-й группе составила 6,30 [4,60; 7,30] и 14,10 [7,90; 16,70] мм, во 2-й группе – 7,60 [6,30; 8,70] мм ($p=0,032$) и 18,00 [16,60; 21,20] мм ($p<0,001$) соответственно. При сравнении формы головки НЧ у пациентов с остеоартрозом ВНЧС и без него статистически значимых отличий не получено. Иные изученные характеристики костных элементов ВНЧС также не имели статистически значимых различий в группах сравнения. Обнаружена слабая прямая корреляционная связь остеоартроза ВНЧС с неровностью контура головки НЧ (коэффициент корреляции Спирмена $R=0,304$), отрицательная слабая корреляционная связь – с увеличением межкостного расстояния при закрытии рта ($R=-0,304$). Умеренная отрицательная корреляционная связь установлена между остеоартрозом ВНЧС и подвижностью головки НЧ ($R=-0,593$), межкостным расстоянием при открытии рта ($R=-0,503$), неравномерностью движения головки НЧ ($R=-0,409$).

Заключение. При УЗИ у пациентов с остеоартрозом ВНЧС обнаружена связь со следующими признаками: неровность контура головки НЧ, более равномерное ее движение и ограничение подвижности при открытии рта, уменьшение расстояния между головкой НЧ и ближайшим костным краем ВЧ при открытии и закрытии рта. Таким образом, помимо оценки контура головки НЧ представляется важным выполнение функциональной пробы с открытием рта для динамического исследования ВНЧС и комплексной оценки показателей, связанных с движением головки НЧ.

Возможности ультразвуковой диагностики в выявлении интрагиреоидной эктопии тимуса у детей

Сулейко М.М.¹, Воронцова В.В.¹, Доманцевич В.А.^{1,2}, Зекенова К.К.¹

¹ ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», Гомель

² УЗ «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель

Актуальность. Вилочковая железа (тимус) представляет собой непарный орган, расположенный в верхнем отделе переднего средостения, и закладывается в начале второго месяца развития эмбриона из двух источников (екто- и энтодермы вентральных стенок третьих глоточных карманов и щелей) в виде

двух отдельных зачатков, которые максимально сближаются к середине второго месяца пренатального онтогенеза. Из шеи эмбриональный тимус мигрирует вниз по тимофарингеальному протоку. По мере миграции железы могут образовываться эктопические очаги нормальной ткани органа в проекции его прохождения. Эктопический тимус не имеет симптоматики, поэтому в большинстве случаев обнаруживается случайно при ультразвуковом исследовании (УЗИ). Нередки случаи, когда эктопический тимус в щитовидной железе ошибочно принимают за узловые образования, что может привести к неверному диагнозу, ненужным операциям и диагностическим процедурам.

Цель: оценить распространенность интратиреоидной эктопии тимуса у детей в ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (г. Гомель) за 2024 г. и описать соответствующую сонографическую картину.

Материал и методы. Ретроспективно проанализированы результаты УЗИ щитовидной железы у детей за 2024 г. Исследование проводили на аппарате экспертного класса с линейным датчиком 6–12 МГц. Зафиксированы УЗИ-характеристики образований (локализация, сторона, размер, экзогенность и форма).

Результаты. Всего выявлено 24 случая эктопии ткани тимуса в щитовидную железу у детей в возрасте 4–16 лет (8 девочек и 16 мальчиков). У 3 (13%) пациентов очаги были двусторонние, у 21 (87%) – односторонние, в том числе у 1 ребенка очаг располагался в ложе левой доли щитовидной железы на фоне ее аплазии. В среднем отделе левой доли по задней поверхности очаги эктопии ткани тимуса обнаружены у 12 (50%) детей, в верхнем отделе левой доли по задней поверхности – у 1 (4%), в центральном отделе левой доли – у 1 (4%), в среднем отделе правой доли по задней поверхности – у 6 (25%). При УЗИ очаги чаще имели вид гипозоногенных участков с гиперэзоногенными включениями, характерными для нормальной ткани ортопического тимуса. Все они имели веретеновидную форму и четкие контуры. Размеры варьировались от 0,3 до 1,6 см.

Заключение. УЗИ является неинвазивным и не связанным с облучением методом исследования, поэтому его используют в качестве первичного диагностического инструмента для оценки поражений щитовидной железы. Как правило, эхографическая картина эктопии ткани тимуса в щитовидную железу представлена гипозоногенными участками веретеновидной формы с гиперэзоногенными включениями, чаще расположенными по задним поверхностям долей щитовидной железы. Высокая осведомленность специалистов УЗИ-диагностики о данном варианте эктопии ткани тимуса поможет избежать неправильной интерпретации эхографической картины и ошибок в постановке диагноза.

Алгоритм ультразвукового мониторинга фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи головы и шеи

Хоружая С.С.¹, Васильев А.Ю.², Нечаев В.А.¹

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

² ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва

Цель: разработать алгоритм ультразвукового мониторинга лечения базальноклеточного рака кожи (БКРК) головы и шеи методом фотодинамической терапии (ФДТ).

Материал и методы. Обследованы 128 пациентов с БКРК головы и шеи, направленных на лечение методом ФДТ. Ультразвуковое исследование (УЗИ) проводили до ФДТ, а также динамически контролировали в ранние (в течение 24–72 ч) и поздние (3, 6 и 12 мес) сроки после лечения. Процедуру выполняли на аппарате экспертного класса Epic 7 (Philips, Нидерланды) с применением высокочастотного линейного датчика eL18–4 с диапазоном сканирования 2–22 МГц и технологии MicroFlow Imaging (MFI).

Результаты. По данным УЗИ кожи головы и шеи до ФДТ определяли размеры опухоли (максимальный диаметр и толщина), форму, контуры, экоструктуру, степень распространения, а также качественные характеристики микроваскуляризации. В раннем периоде после сеанса положительным ответом на ФДТ считали отсутствие внутриопухолевой васкуляризации при MFI. При выявлении васкуляризации опухоли методом УЗИ через 24 ч после проведения ФДТ повторное исследование выполняли спустя 48 ч. Отсутствие внутриопухолевого кровотока регламентировало проведение следующего УЗИ в поздний посттерапевтический период. При обнаружении кровотока через 48 ч повторное УЗИ осуществляли через 72 ч. В случае сохранения остаточной васкуляризации в этот период выполняли повторный сеанс ФДТ, что наблюдалось в 1,9% случаев. При эффективном лечении БКРК методом ФДТ динамический контроль проводили в период 3, 6, 12 мес с целью оценки рубцовых изменений и своевременного выявления рецидивов. УЗИ-картина варьировалась в зависимости от срока формирования рубцовой ткани, глубины

инвазии опухоли, возраста пациента, параметров ФДТ и особенностей течения посттерапевтического периода. В 4% случаев на границе с нормотрофическим рубцом фиксировались признаки продолженного роста опухоли, что потребовало проведения повторного курса лечения.

Заключение. Разработан оптимальный алгоритм динамического наблюдения за пациентами, получающими лечение БКРК головы и шеи методом ФДТ, который наглядно демонстрирует врачам всех специальностей последовательность УЗИ-контроля эффективности проводимой ФДТ и своевременного выявления рецидива основного заболевания.

Значение ультразвукового исследования в диагностике острой странгуляционной тонкокишечной непроходимости

**Шаврина Н.В.¹, Ярцев П.А.^{1,2}, Хамидова Л.Т.¹, Новиков С.В.^{1,2},
Цулеискири Б.Т.^{1,2}**

¹ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Актуальность. Странгуляционная кишечная непроходимость (СКН) является одной из наиболее тяжелых форм острой кишечной непроходимости. Значительное число послеоперационных осложнений (21–53%) и высокая послеоперационная летальность (20–40%) связаны с диагностическими и тактическими ошибками (34%).

Цель: оценка информативности ультразвуковых признаков нарушения кровообращения кишечника у пациентов с СКН.

Материал и методы. За период 2024–2025 гг. в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского проходили лечение 84 пациентов с СКН (46 (58%) женщин, 38 (42%) мужчин, средний возраст 63±15 лет). У всех больных диагноз верифицирован интраоперационно. Всем пациентам выполнено ультразвуковое исследование (УЗИ) брюшной полости с оценкой внутрисстеночного кровотока не позднее чем за 6 ч до операции. Пациенты были разделены на основании интраоперационных данных на три группы: 1-я группа – с признаками ишемии ущемленной кишки, 2-я группа – с выявленным некрозом кишки, 3-я группа – со спаечной тонкокишечной непроходимостью без странгуляции.

Результаты. Выявлены статистически значимые УЗИ-признаки, указывающие на ишемию стенки: снижение скорости внутрисстеночного максимального артериального кровотока ниже 9,8 см/с, акинез фрагмента кишки ($p=0,001$) с седиментацией содержимого ($p=0,019$), отек стенки ($p=0,001$), инфильтрация брыжейки ($p=0,005$), дилатация брыжеечных вен ($p=0,031$); указывающие на некроз: парез кишки ($p=0,001$), снижение эхогенности стенки ($p=0,0035$), нарушение дифференцировки на слои ($p=0,001$), наличие газа в стенке ($p=0,001$), сглаженность кишечных складок ($p=0,001$), отсутствие внутрисстеночного кровотока ($p=0,001$), тромбоз брыжеечных вен ($p=0,003$). Во 2-й группе показатель количества свободной жидкости в брюшной полости был статистически значимо выше, чем в 1-й ($p<0,0001$) и 3-й ($p<0,0001$). На основании статистически значимых УЗИ-признаков разработан диагностический алгоритм с использованием балльной шкалы. Чувствительность, специфичность и точность УЗИ составили: в оценке жизнеспособной кишки – 89% (73–94%), 94% (76–99%) и 91% (74–96%) соответственно; в выявлении ишемии стенки – 92% (71–99%), 90% (77–95%) и 91% (76–96%) соответственно; в выявлении некроза стенки – 87% (49–99%), 98% (97–99%) и 90% (73–99%) соответственно.

Заключение. Оценка комплекса УЗИ-признаков, дополненного определением внутрисстеночного кровотока, позволяет в ранние сроки диагностировать наличие ишемических изменений стенки кишки и выполнить хирургическое вмешательство до развития некроза кишки и его осложнений. Информативность метода в диагностике нарушений кровоснабжения кишечной стенки при СКН сопоставима с компьютерной томографией, однако, учитывая преимущества УЗИ, можно говорить о равноценном значении этих методик в диагностике нарушений кровообращения кишечной стенки при СКН.

Рентгенохирургия, интервенционная радиология

Роль интервенционной радиологии в лечении доброкачественных новообразований головы и шеи у детей

Асилов Н.А.^{1,2}, Даутов Т.Б.^{1,2}, Землянский В.В.², Тукинов Р.Я.², Догалбаев Е.К.², Тен И.Э.², Тулемисов А.К.², Аксултанов Н.А.², Асилова А.К.²

¹ НАО «Медицинский университет Астана», Астана

² Корпоративный фонд University Medical Center, Департамент радиологии и ядерной медицины, Астана

Актуальность. Доброкачественные новообразования у детей требуют глубокого изучения их ключевых типов (ювенильная ангиофиброма носоглотки, гемангиома, артериовенозные мальформации) и особого подхода к диагностике и лечению. Ангиофиброма носоглотки встречается в 0,05% случаев опухолей головы и шеи, но составляет 53,6% среди опухолей носоглотки и преимущественно поражает детей в возрасте от 1 мес до 18 лет, что делает раннюю диагностику критически важной для снижения рисков хирургического лечения, угрозы кровотечений и смертности. Современные методы, такие как рентгеноэндovasкулярные вмешательства, продемонстрировали свою эффективность и открывают новые возможности для успешного лечения всех типов новообразований у детей.

Цель: изучить возможности интервенционной радиологии в лечении доброкачественных новообразований головы и шеи в детском возрасте.

Материал и методы. В отделение интервенционной радиологии Центра материнства и детства УМС (г. Астана) в период с мая 2021 г. по июнь 2024 г. включительно на стационарное лечение было госпитализировано 25 пациентов (14 (56%) мальчиков, 11 (44%) девочек) с верифицированным диагнозом новообразований головы и шеи. Возраст пациентов составил от 1 мес до 18 лет (средний возраст 11,3±6,7 года). Исходные размеры образований по данным ультразвукового исследования, компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии варьировались от 18 до 65 (45,3±16,7) мм. В 7 (28%) случаях выявлена ангиофиброма носоглотки, в 16 (64%) – гемангиома головы и шеи, в 2 (8%) – лимфангиома. Все диагнозы подтверждены гистологическим методом. Лечение проводили в рентгенооперационной, оборудованной ангиографом. Всем пациентам выполнена суперселективная эмболизация дистальных ветвей наружной сонной артерии. В качестве эмболизата использовали микросферы размерами 500–1200 мкм, металлические спирали с микрофибрами и жидкие эмболизирующие агенты на основе тантала. Во всех случаях применяли феморальный доступ справа.

Результаты. Из 25 пациентов 20 оперированы один раз, 4 – два раза, 1 – три раза. Общая продолжительность суперселективной эмболизации артерий головы и шеи, катетеризации дистальных ветвей, питающих образование (верхнечелюстных, внутренних и наружных сонных артерий) составила в среднем 30 мин. Выявлен главный и значимый фактор: средний объем интраоперационной кровопотери с предварительной эмболизацией составляет 370 мл, а без предварительной эмболизации – 1200 мл. В раннем послеоперационном периоде незначительные болевые синдромы в области новообразований наблюдались у 50% пациентов, все дети были выписаны с улучшением состояния.

Заключение. Таким образом, интервенционные вмешательства при доброкачественных новообразованиях головы и шеи у детей демонстрируют высокую эффективность в комплексном лечении, улучшая его результаты и способствуя более успешному восстановлению пациентов.

Особенности малоинвазивных вмешательств под контролем компьютерной томографии с применением стереотаксического держателя медицинских инструментов

Евтеев В.В.¹, Жданов А.И.², Черных М.А.³

¹ КУЗ ВО «Воронежский областной клинический противотуберкулезный диспансер им. Н.С. Похвисневой», Воронеж

² ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж

³ БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1», Воронеж

Актуальность. Применение трансторакальной биопсии под рентгенологическим контролем регламентировано действующими клиническими рекомендациями. Для проведения таких операций предложены медицинские изделия различной сложности, но только некоторые из них доступны. Несмотря на успехи

в разработке роботизированных систем, до сих пор не преодолены их практические ограничения, поэтому использование более простых изделий все еще актуально.

Цель: рассмотрение методологических аспектов проведения чрескожных вмешательств под контролем компьютерной томографии (КТ) с применением стереотаксического держателя при новообразованиях органов грудной клетки.

Материал и методы. На базе БУЗ ВО ВОКБ № 1 выполнены 11 чрескожных трансторакальных биопсий под контролем КТ у 11 пациентов с новообразованиями органов грудной клетки. Размеры очагов составили от 14 до 72 мм. В 7 случаях очаг локализовался в легких, в 2 – в плевре, в 1 – в передневерхнем средостении, в 1 – в ребре. Цель оперативного вмешательства состояла в получении диагностически значимого материала для гистологического исследования. Диагностически значимым материалом считали 1–2 и более столбиков ткани, размеры которых соответствовали размеру заборного лотка биопсийной иглы и по которым было вынесено гистологическое заключение и поставлен диагноз. Операции выполняли в КТ-кабинете под местной анестезией. Для определения траектории, доступа, поиска места введения медицинского инструмента, удержания инструмента в нужной траектории применяли стереотаксический держатель отечественной разработки. Для контроля использовали интраоперационные КТ-исследования по низкодозовым протоколам. Забор ткани осуществляли с помощью иглы для тканевой режущей биопсии калибром 18G.

Результаты. У всех пациентов достигнута цель оперативного вмешательства. Длительность операции составила от 24 до 71 мин, в среднем 39,18 мин. Одна биопсия образования легкого осложнилась пневмотораксом, проводилось интраоперационное дренирование плевральной полости.

Заключение. Применение стереотаксического держателя инструментов позволяет выполнять операции при новообразованиях органов грудной клетки в различных анатомических условиях и исключает воздействие рентгеновского излучения на медицинский персонал.

Неотложная диагностика

Возможности диагностического поиска при синдроме хронических критических состояний

Старовойтова Е.А., Морозова Т.Г.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск
ОГБУЗ «Клиническая больница № 1», Смоленск

Актуальность. В настоящее время термин «синдром хронических критических состояний» (СХКС) не нашел стандартного определения. До сих пор не выработано универсальных критериев для описания пациентов этой гетерогенной группы. В связи с отсутствием четкой терминологии нами было сформулировано определение: СХКС – это комплекс вариабельных нозологических форм (одна или несколько) у пациентов, пребывавших в отделении реанимации и находившихся на одном или нескольких искусственных замещениях или поддержке жизненно важных функций организма ввиду их нарушенной ауторегуляции, развивающийся в течение 3–12 мес после выписки из стационара в виде клинически значимых или клинически незначимых нарушений внутренних органов (головной мозг, печень, почки, селезенка и др.). Отсутствуют публикации о возможностях комплексного подхода в виде магнитно-резонансной томографии и ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (рТМС) для пациентов с СХКС, тогда как отдаленные исходы СХКС удручают: среднегодовая летальность составляет порядка 40–50%. Очень часто, даже если больной выжил, его функциональное состояние оставляет желать лучшего.

Цель: определить возможности диагностического поиска при СХКС.

Материал и методы. На базе ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска 75 пациентам применялось магнитно-резонансное исследование головного мозга (ГМ) и органов брюшной полости (преимущественно печени) на аппарате Vantage Titan 1.5 T (Toshiba, Япония), где в протокол входило применение перфузии с артериальной спиновой маркировкой (arterial spin labelling, ASL), а также на магнитном ритмическом стимуляторе Neuro-MSX 3.0 T (ООО «Нейрософт», Россия). В основную группу включены 38 (50,7%) мужчин и 37 (49,3%) женщин в возрастной категории от 42 до 78 лет с циррозом печени различной этиологии – вирусной (10 случаев), смешанной (28), алкогольной (37). Пациенты ранее находились в отделении реанимации и интенсивной терапии с ноября по июль 2024–2025 гг., впоследствии переведены в профильные стационары и выписаны из лечебного учреждения в удовлетворительном состоянии. После выписки каждому предоставлялась возможность продолжения диагностических и ле-

чебных мероприятий для динамического скрининга через 1,5, 3 и 6 мес. В контрольную группу вошли абсолютно здоровые лица в возрасте от 24 до 32 лет. Референтный метод – анализ макро- и микрогистологического аутопсийного материала печени и ГМ.

Результаты. В подгруппе с циррозом печени вирусной этиологии показатели ASL-перфузии ГМ и печени до рТМС составили 89 и 156 мл/100 г/мин соответственно, через 5 мин после рТМС они не изменились. Больные наблюдались в течение 1,5, 3 и 6 мес, на протяжении которых проводился курс из 15 сеансов рТМС. Через 1,5 мес показатели также оставались в пределах нормоперфузии, через 3 мес увеличились на 2–4 мл/100 г/мин в пределах нормоперфузии, через 6 мес динамики не отмечено. Состояние пациентов стало стабильнее с точки зрения лабораторных показателей и клинических проявлений заболевания, развития СХКС не наблюдалось. Для подгруппы со смешанной формой до рТМС ASL-перфузия ГМ составила 72 мл/100 г/мин (гипоперфузия), печени – 289 мл/100 г/мин (гиперперфузия), а через 5 мин – 81 мл/100 г/мин (нормоперфузия) и 300 мл/100 г/мин (гиперперфузия) соответственно. Было принято решение о наблюдении и последовательном проведении 15 сеансов рТМС. Через 1,5 мес показатели перфузии ГМ стабилизировались и пришли к норме, со стороны печени у 13 пациентов сохранялась гиперперфузия, у 15 – нормоперфузия. Через 3 мес показатели ГМ были стабильны, печени – 7 гиперперфузий, 21 нормоперфузия. Через 6 мес: ГМ – 23 случая нормоперфузии, 5 гиперперфузий с летальным исходом и развитием СХКС. Алкоголизм встречается достаточно часто у пациентов стационарного звена, поэтому и показательно их количество – 37. Для данной подгруппы был выбран отдельный курс лечения рТМС (10 сеансов, локализация зоны интереса – левая дорсолатеральная префронтальная кора (ДЛПК), 10 Гц, 110% от моторного порога, 1000 импульсов в день), на протяжении которого фиксировались значения ASL-перфузии ГМ и печени. Первоначально до рТМС ASL-перфузия ГМ составила 65 мл/100 г/мин (гипоперфузия), печени – 326 мл/100 г/мин (гиперперфузия), через 5 мин после проведенной рТМС перфузия ГМ в зоне ДЛПК пришла к нормоперфузии, показатели печени соответствовали гиперперфузии. Через 1,5 мес значения перфузии ГМ стабилизировались и пришли к норме, со стороны печени у 24 пациентов сохранялась гиперперфузия, у 13 – нормоперфузия. Через 3 мес: показатели ГМ остались стабильны, печени – 15 гиперперфузий, 22 нормоперфузии. Через 6 мес: ГМ – 10 гиперперфузий с летальным исходом и развитием СХКС, 27 нормоперфузий. У 27 пациентов с циррозом печени алкогольной этиологии уменьшилась тяга к употреблению спиртных напитков, улучшились клинико-лабораторные показатели, снизился риск летального исхода. В контрольной группе до и после рТМС значения ASL-перфузии ГМ и печени были в пределах нормоперфузии. Благодаря динамическому наблюдению и использованию комплексной методики удалось установить алгоритм диагностических и лечебных мер с целью предотвращения развития СХКС.

Заключение. Сравнение показателей трех групп пациентов, разделенных по этиологическому фактору цирроза печени, наглядно отображают динамику и риск развития СХКС. Комплексный подход к диагностике патологии помогает полноценно оценить состояние органов-мишеней. Показатели ASL-перфузии до и после рТМС варьируются, что способствует дифференцировке и распределению пациентов в группы. Ранняя диагностика развития СХКС помогает снизить риск летального исхода.

Магнитно-резонансная томография

Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике спинальных инфекций

Абдуллаев Э.Э.

Больница САФ, Баку

Цель: оценить возможности и преимущества магнитно-резонансной томографии (МРТ) в ранней и дифференциальной диагностике спинальных инфекций.

Материал и методы. В исследование включены 48 пациентов (27 мужчин, 21 женщина, средний возраст 46,3±8,7 года), прошедших МРТ-обследование с подозрением на спинальную инфекцию в период 2022–2024 гг. У 29 больных выявлен спондилодисцит, у 11 – эпидуральный абсцесс, у 8 – другие формы спинальной инфекции. МРТ-исследование проводилось на аппарате с индукцией магнитного поля 1,5 Тл с использованием T1- и T2-взвешенных изображений (ВИ), жировой супрессии, T2 STIR, диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и T1-ВИ с контрастированием. У всех пациентов собраны клинические, лабораторные (общий анализ крови, С-реактивный белок, скорость оседания эритроцитов, посев крови) и, по возможности, гистологические данные.

Результаты. МРТ-исследование позволило диагностировать спинальные инфекции на ранней стадии в 92,7% случаев. Наиболее частыми МРТ-признаками спондилодисцита были гиперинтенсивные изменения в дисках в режиме T2-ВИ и гипоинтенсивные в T1-ВИ, отек костного мозга в прилегающих телах позвонков (100%), снижение высоты межпозвонкового пространства (89,7%), контрастное усиление в дисках и телах позвонков (96,6%). При эпидуральных абсцессах выявлены ограниченные коллекции с периферическим контрастным усилением (100%) и отеком окружающих тканей (90,9%). На ДВИ ограничение диффузии в центре абсцессов зарегистрировано с чувствительностью 90,9%, что имело большое значение в дифференциальной диагностике спинальных абсцессов. В режиме T2 STIR изменения, характерные для спинальных инфекций, выявлялись в среднем через $5,3 \pm 1,8$ сут после начала клинических симптомов, что обеспечивало более раннюю диагностику по сравнению с другими методами визуализации. При проведении корреляционного анализа между лабораторными показателями и МРТ-признаками показана положительная связь между уровнем С-реактивного белка и интенсивностью контрастного усиления ($r=0,74$; $p<0,01$). В гистологически подтвержденных случаях ($n=18$) диагностическая точность МРТ составила 94,4%.

Заключение. МРТ является превосходным методом визуализации для ранней и точной диагностики спинальных инфекций. Режимы T2 STIR и ДВИ имеют особое значение в выявлении спинальных инфекций на начальных стадиях. МРТ с контрастированием играет решающую роль в дифференциальной диагностике спинальных инфекций и определении степени распространения инфекции. Комплексная оценка клиничко-лабораторных данных вместе с результатами МРТ считается оптимальным диагностическим подходом.

Особенности диагностических ошибок при интерпретации магнитно-резонансных томограмм малого таза

Кондаков И.В.¹, Нечаев В.А.²

¹ ООО «РУ-МИС», Грозный

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

Актуальность. Ошибки в лучевой диагностике являются важным и актуальным вопросом современной медицины, так как они становятся причиной негативных последствий для пациентов, а также увеличивают расходы на здравоохранение. Работа по изучению ошибок в рентгенологии и их минимизации ведется с середины XX века. Однако, несмотря на технологическое развитие и изучение данного вопроса, распространенность ошибок за последние десятилетия не снижается. Большинство исследований, изучающих ошибки в рентгенологии, проводились на примере рентгенограмм легких, компьютерной томографии брюшной полости и головного мозга, в то время как количество работ, посвященных области малого таза, сравнительно невелико и представлено в основном отдельными клиническими наблюдениями. В связи с возможными сложностями в проведении и анализе магнитно-резонансных томограмм (МРТ) органов малого таза оценка качества проведенного обследования и интерпретации изображений требует отдельного внимания.

Цель: проанализировать наиболее распространенные диагностические ошибки врачей-рентгенологов при интерпретации МРТ малого таза.

Материал и методы. Ретроспективно выделено 57 диагностических ошибок в протоколах описания МРТ-исследований малого таза, проведенных пациентам в возрасте от 19 до 80 лет (49 женщин и 8 мужчин). Время от выполненного обследования до выявления ошибки в среднем составило 7 сут. Случаи были верифицированы при ретроспективном анализе в 87,8% наблюдений, по результатам оперативного вмешательства – в 7,0%, по результатам морфологического исследования – в 5,2%.

Результаты. Диагностические ошибки чаще отмечались у врачей женского пола (53,0%) в возрасте 27–37 лет (64,9%) с опытом работы от 3 до 9 лет (57,9%). По времени суток ошибки встречались чаще с 20 до 23 часов (28,1%). В результате выполненного анализа выделены три основные группы ошибок. На первом месте по частоте встречаемости (52,6%) – пропуск патологии, когда патологическое изменение, достоверно определяющееся ретроспективно, не было отражено в протоколе описания и заключении. Второе место занимали ошибки интерпретации (36,8%), при которых изменение трактовалось неверно, что в ряде случаев неблагоприятным образом сказывалось на тактике ведения пациента. Наименее часто, в 10,6% случаев, выявлялись ошибки составления протокола – например, когда в заключении и/или описании были перепутаны стороны поражения яичников. Однозначно определить основную причину возникновения ошибки в большинстве случаев затруднительно, однако выделены факторы риска, которые могли способствовать их появлению. В первую очередь это неполная осведомленность

врача о конкретной патологии (15,8%), например неправильная интерпретация аномалий матки ввиду недостатка знаний рентгенолога в этой области, неверная интерпретация образований яичников из-за недостатка опыта описывающего врача. Во вторую очередь наблюдалось отсутствие структурного анализа, когда изменения располагались в органах или структурах, не отраженных в протоколе описания (например, пропуск стресс-перелома крестца у пациента с раком анального канала, асептический некроз головок бедренных костей у пациентки с раком шейки матки), а также локализация изменений в слепой зоне или за пределами области интереса (например, пропуск мукоцеле аппендикса или забрюшинной опухоли на границе поля обзора) – данные факторы встречались поровну в 14% случаев. Третье место по частоте встречаемости занимала удовлетворенность поиском, когда одна патология была обнаружена, а другая, в ряде случаев даже более важная, – нет. Этот фактор присутствовал в 12,3% случаев. Другие факторы обнаруживались реже: несопоставление с имеющимися клиническими данными (10,5%), отсутствие полных клинико-анамнестических данных, которые могли указать на наличие патологии (3,5%), низкое качество исследования (3,5%). При этом в 35% случаев присутствовало сразу несколько перечисленных факторов риска.

Заключение. Наиболее часто встречающейся диагностической ошибкой при интерпретации МРТ малого таза является пропуск патологических изменений, причинами которого служат недостаток знаний врача-рентгенолога о патологии, отсутствие структурного анализа, локализация находки и удовлетворенность поиском. Знание наиболее распространенных диагностических ошибок при исследовании малого таза и факторов риска, которые могут приводить к их появлению, улучшает процесс анализа МРТ врачами-рентгенологами и способствует снижению частоты появления подобных ошибок.

Радиомика как инструмент диагностики доброкачественных и злокачественных образований яичников

Кузнецова Д.Д.¹, Аксенова С.П.^{1,2}, Грибанов Н.А.¹, Нуднов Н.В.^{1,2,3}

¹ ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, Москва

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва

³ ФГБОУ ВО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Актуальность. Заболевания яичников представляют собой серьезную проблему для женского здоровья, занимают 8-е место по распространенности и являются одной из ведущих причин онкологической смертности среди женщин по данным Всемирной организации здравоохранения. Традиционные методы визуализации и стратификационные системы (например, O-RADS) имеют определенные ограничения, в частности недостаточную точность определения риска злокачественности. Это существенно затрудняет выбор оптимальной лечебной тактики в клинической практике. В данном контексте применение радиомики, обладающей возможностью извлекать количественные параметры из изображений с помощью методов искусственного интеллекта, может потенциально повысить точность диагностики доброкачественных и злокачественных образований.

Цель: выявить значимые критерии (радиомические маркеры) на основе радиомического анализа, позволяющие спрогнозировать злокачественный потенциал серозных образований яичников.

Материал и методы. Проведено ретроспективное одноцентровое выборочное исследование. Проанализированы данные 304 пациенток, которым выполнялись обследование и лечение по поводу патологии яичников в период с 2012 по 2024 гг. Критерии включения: гистологически верифицированная аденокарцинома яичника, гистологически и/или клинически подтвержденная цистаденома яичника. Критерии исключения: отсутствие доступных изображений магнитно-резонансной томографии (МРТ) до начала противоопухолевого лечения, артефакты на МРТ, малый объем опухоли, недостаточный для анализа. После отбора в исследование включены 106 пациенток (53 с аденокарциномой яичника и 53 с цистаденомой яичника). Диагноз аденокарциномы был во всех наблюдениях подтвержден послеоперационным патоморфологическим исследованием. Диагноз цистаденомы устанавливали по данным послеоперационного патоморфологического исследования и/или клинического динамического наблюдения с применением лучевых методов исследования (ультразвуковое исследование, МРТ). Сегментацию областей интереса выполняли два независимых исследователя на T1- и T2-последовательностях в программном обеспечении 3D Slicer. Для каждого образования рассчитывали по 107 радиомических показателей из T1- и T2-последовательностей. Данные разделяли на обучающую и тестовую выборки (соотношение 80:20). Проводили сокращение признаков с использованием статистического и корреляционного анализа и оценку значимости признаков на основе модели Lasso. Построение моделей машинного обучения

выполняли на языке программирования Python 3.12 с применением специализированных библиотек. Подбор гиперпараметров модели осуществляли с помощью алгоритма поиска по сетке GridSearchSV с использованием кросс-валидации. Эффективность моделей определяли по таким метрикам, как индекс конкордантности (С-индекс), точность и площадь под кривой (area under curve, AUC).

Результаты. Построены модели машинного обучения для дифференциальной диагностики цистаденом и аденокарцином яичника. Данные разделены на две группы: радиомические признаки, извлеченные с T1-последовательности, и радиомические признаки, извлеченные с T2-последовательности. Для каждой выборки проведен отбор наиболее значимых признаков и построены различные модели машинного обучения с выбором наиболее эффективных алгоритмов и их гиперпараметров. Для модели, основанной на радиомических признаках, извлеченных с T1-последовательности, наиболее эффективный результат показала модель Lasso, включающая 16 прогностических признаков (AUC 0,98; точность 0,98; С-индекс 1,624). Для модели, основанной на радиомических признаках, извлеченных с T2-последовательности, наиболее эффективный результат показала модель Lasso, включающая 18 прогностических признаков (AUC 0,97; точность 0,91; С-индекс 0,616). Обе модели характеризуются высокой чувствительностью и специфичностью. Результаты исследований подтверждают перспективность радиомики как дополнительного диагностического инструмента для дифференциальной диагностики серозных образований яичников, что является ключевым фактором для выбора специализированного лечения, особенно у пациенток пременопаузального периода с нереализованным репродуктивным потенциалом.

Заключение. Применение радиомики является перспективным в неинвазивной диагностике доброкачественных и злокачественных эпителиальных опухолей яичников. Наши модели, основанные на T1- и T2-взвешенных МРТ-изображениях, достигли AUC 0,98, что подтверждает надежность данного подхода для предоперационной оценки злокачественного потенциала образований. Внедрение радиомических методов в клиническую практику может значительно повысить объективность диагностики, способствовать персонализации лечения и сохранению репродуктивной функции у женщин. Для достижения этих целей необходимо продолжать исследовательскую работу, расширять выборки и улучшать технологическую базу работы с медицинскими изображениями.

Гетерогенность нейрорадиологической картины у взрослых пациентов с фокальной эпилепсией

Мельников А.А., Ховрин В.В.

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б. В. Петровского», Москва

Актуальность. Прижизненная верификация эпилептогенного субстрата у больных фокальной эпилепсией определяет прогноз заболевания. Профиль нейрорадиологической картины является основополагающим для формирования групп риска фармакорезистентных форм заболевания, а также для топометрического анализа выявленного эпилептогенного очага и предоперационной подготовки. Структурная высокопольная магнитно-резонансная томография (МРТ) занимает ведущее место в определении органических причин эпилепсии. Это наиболее подходящий метод благодаря высокой чувствительности к выявлению склероза гиппокампа, опухолей головного мозга и пороков развития коры. Стереотипизма и однородности МРТ-картины у пациентов с фокальной эпилепсией не существует в силу широкого спектра изменений, различных по этиологии и патогенезу. В этой связи актуальной представляется попытка систематизации и демонстрации наиболее частых органических причин фокальной эпилепсии.

Цель: продемонстрировать гетерогенный профиль нейрорадиологической картины у взрослых пациентов с фокальной эпилепсией по данным высокопольной МРТ.

Материал и методы. Исследованы МРТ-изображения 194 больных, планово госпитализированных с диагнозом «фокальная эпилепсия». Возрастной диапазон составил от 20 до 74 лет (51,4±3,2 года). Клинически выделена группа пациентов с фокальной фармакорезистентной эпилепсией (ФРЭ) (n=19). На основе рекомендаций ILAE 2022 г. разработан эпилептологический 3D-МРТ-протокол с набором и сочетаниями изовоксельных импульсных последовательностей.

Результаты. Самым частым органическим поражением головного мозга у больных фокальной эпилепсией являются глиозоневральные рубцы (16,5%), появившиеся в результате перенесенного в анамнезе ишемического инфаркта или черепно-мозговой травмы. Второй по частоте патологической находкой стал гиппокампальный склероз (9,4%). В группе пациентов с фокальной эпилепсией выявляемость диффузной атрофии составила 7,7% случаев. При этом в группе больных ФРЭ преобладал по частоте гиппокампальный склероз (15,7%; p=0,052). У пациентов с ФРЭ установлена тенденция повышения частоты выявляемости кортикальных мальформаций (гетеротопии, полимикрогирии, фокальная корковая

дисплазия) (8,7%; $p=0,104$). В условиях отсутствия статистического различия выводы о том, что кортикальные дисплазии патогномичны для больных с ФРЭ, преждевременны. В исследованной группе больных ФРЭ не выявлено случаев опухолевых заболеваний головного мозга.

Заключение. Исследованный уровень структурной патологии головного мозга по данным высокопольной МРТ является необходимым для понимания вклада органических изменений в этиологию заболевания и возможность последующей маршрутизации больного в нейрохирургический стационар. В группе пациентов с резистентностью к антиконвульсантной терапии доминирующим нарушением в общей структуре явился гиппокампадный склероз, что согласуется с данными литературных источников и расценивается как возможный критерий фармакорезистентности. Использование 3D-изовоксельных импульсных последовательностей повышает точность нейрорадиологического МРТ-сканирования. Возможность построения мультипланарных реконструкций в любой плоскости позволяет с большей вероятностью установить возможную причину эпилепсии. Целесообразно применение нескольких изовоксельных последовательностей в составе эпипротоккола для индикации и наблюдения сложных аномалий развития коры головного мозга, что требует продолжения исследований в данном направлении.

Магнитно-резонансные методики при алкогольной болезни печени

Морозова Т.Г., Гельт Т.Д., Ковалёв А.В.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск

Актуальность. В настоящее время алкогольная болезнь печени (АБП) является серьезной проблемой здравоохранения во всем мире. Однако ранняя диагностика, прогнозирование развития осложнений и прогрессирования заболевания не всегда возможны в связи с ограничениями существующих методов лучевой диагностики. Именно это создает потребность в разработке новых диагностических подходов, которые могли бы дать возможность определить клиническую форму патологического процесса, а также своевременно прогнозировать течение заболевания.

Цель: обосновать выбор диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), перфузии с маркированием артериальных спинов (arterial spin labeling, ASL) и магнитно-резонансной спектроскопии (МРС) при АБП.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 64 пациента, находившиеся в гастроэнтерологическом, инфекционном, пульмонологическом, иммунологическом отделениях с января 2023 г. по июнь 2025 г. Среди них было 43 (67,2%) мужчины и 21 (32,8%) женщина, средний возраст составил $53\pm 9,2$ года. Проведена магнитно-резонансная томография печени, селезенки, почек при поступлении, а также мониторинг через 1–3 и 6 мес. Клинические формы: стеатоз ($n=14$), стеатогепатит ($n=21$), гепатит ($n=19$), цирроз ($n=10$). Оценивали результаты ДВИ, ASL-перфузии, МРС печени, селезенки и почек на высокопольном аппарате Vantage Titan 1.5T (Toshiba, Япония) для изучения изменений в структуре паренхимы. Контрольная группа была представлена здоровыми людьми в возрасте от 25 до 45 лет. При МРС печени и селезенки определяли значения содержания метаболитов: липидов, холина, лактата, креатина, глутамина, глутамата. Референтный метод: макро- и микростологический аутопсийный материал печени и селезенки.

Результаты. По данным ДВИ количественная характеристика измеряемых показателей диффузии: стеатоз ($n=14$) – $2,66\pm 0,9\times 10^{-3}$ мм²/с, стеатогепатит ($n=21$) – $2,14\pm 0,5\times 10^{-3}$ мм²/с, гепатит ($n=19$) – $1,75\pm 0,6\times 10^{-3}$ мм²/с, цирроз ($n=10$) – $1,15\pm 0,6\times 10^{-3}$ мм²/с, группа сравнения ($n=57$) – $3,71\pm 0,2\times 10^{-3}$ мм²/с. Таким образом, ДВИ позволяют дифференцировать клинические формы АБП, что коррелировало с морфологической картиной ($r=0,905$). При поступлении в случае злоупотребления спиртосодержащими напитками высокой активности у 45 (70,3%) пациентов отмечались гиперперфузионная карта ASL, ограничение диффузии; положительной динамикой считалась нормоперфузионная карта и отсутствие ограничения диффузии. При мониторинге по данным МРС печени установлены снижение уровня холина и креатина в течение 1–3, 6 мес, признаки клинической печеночной энцефалопатии ($n=15$). Повышение содержания лактата у пациентов с гепатитами в 11 (17,2%) случаях привело к развитию тяжелого течения гепатита, повышение цитрата ($n=14$) – к развитию гепаторенального синдрома. Результаты исследования позволяли своевременно корректировать терапию: назначение нейро-, нефропротекторов. МРС селезенки показала повышение уровня лактата на $46,8\pm 5,9$ у.е. (метаболический ацидоз макроорганизма), снижение креатина на $3,2\pm 1,7$ у.е. (ожидаемое повреждение почек, поджелудочной железы), снижение мышечной массы. Признаки почечного повреждения по данным ДВИ и ASL-перфузии выявлялись раньше, чем изменения в лабораторных показателях.

Заключение. У пациентов с АБП следует использовать ДВИ печени для установления клинической формы. ASL-перфузия печени позволяет оценивать активность процесса и злоупотребление спиртосодержащими

напитками. Показатели МРС печени и селезенки дают возможность прогнозировать развитие печеночной энцефалопатии, гепаторенального синдрома, метаболического ацидоза. ДВИ, ASL-перфузия, МРС при АБП применяются перед назначением лечения и при мониторинге для оценки его эффективности.

Магнитно-резонансная томография головного мозга при печеночной энцефалопатии

Стафинова Е.А., Момот Н.В., Фоминова Н.В., Литвинова А.С.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького» Минздрава России, Донецк

Актуальность. До настоящего времени проблема печеночной энцефалопатии (ПЭ) не теряет своей актуальности в связи с увеличением количества пациентов с хроническими заболеваниями печени и желчнокаменной болезнью. Примерно 63% таких больных с циррозом печени выходят на пенсию по нетрудоспособности из-за поражения центральной нервной системы. Летальность от печеночной интоксикации и эндогенной токсемии составляет 12–49%. ПЭ наблюдается у 41–59% больных с циррозом печени. В принципе ПЭ представляет собой потенциально обратимый синдром нарушения функций головного мозга. Одним из информативных методов диагностики, применяемых при ПЭ, является магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга.

Цель: уточнить признаки печеночной энцефалопатии при МРТ головного мозга для назначения своевременного и рационального лечения.

Материал и методы. Проанализированы результаты МРТ головного мозга у 47 больных с ПЭ на фоне механической желтухи доброкачественного генеза, которые лечились в 1-м хирургическом отделении ГБУ «Республиканская клиническая больница им. М.И. Калинина» (г. Донецк) за последние 10 лет. Среди них было 18 (38,3%) мужчин и 29 (61,7%) женщин в возрасте от 42 до 73 лет. Наиболее частой причиной ПЭ и механической желтухи (74,2% случаев) была желчнокаменная болезнь. МРТ проводили в клинике «Донецкий диагностический центр» по стандартной методике на аппарате Magnetom Harmony (Siemens, Германия).

Результаты. МРТ-признаками острой ПЭ у 19 пациентов явились: повышение интенсивности сигнала на T2-взвешенных изображениях (ВИ) и FLAIR при двустороннем отеке извилин с ограниченной диффузией, более выраженное в области поясных извилин (87,4%) и коры островковых долей (82,7%). Атрофия мозжечка отмечена у 8 человек при острой ПЭ, у 11 больных наблюдалась «стушеванность» границы между белым и серым веществом. У 9 пациентов выявлены гиперинтенсивные очаги в белом веществе, какие бывают при цереброваскулярной болезни. При хронической ПЭ в 28 случаях отмечено повышение интенсивности сигнала на T1-ВИ с двух сторон от базальных ганглиев, в частности от бледных шаров. Помимо этого изменения локализовались в кортикоспинальных трактах (у 27 человек) или в белом веществе вокруг них (у 20 человек). После восстановления функции печени в результате комплексного лечения происходила медленная нормализация сигнала на T1-ВИ. Информативность МРТ в диагностике ПЭ при механической желтухе составила 94,3%.

Заключение. Лучшим методом визуализации ПЭ при механической желтухе является МРТ с мультипланарной реконструкцией. Лечение ПЭ должно быть мультидисциплинарным (хирург, реаниматолог, невропатолог). В перспективе возможно применение позитронно-эмиссионной томографии головного мозга.

Магнитно-резонансная спектроскопия: особенности метаболического тандема «печень — селезенка»

Суржикова Е.В., Ковалёв А.В.

ОГБУЗ «Смоленская областная клиническая больница», Смоленск

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск

Цель: оценить особенности метаболизма печени и селезенки у пациентов с алкогольной болезнью печени с помощью магнитно-резонансной спектроскопии (МРС).

Материал и методы. В исследование включен 31 пациент – 15 (43,8%) мужчин и 16 (56,2%) женщин в возрасте 47,0±8,6 года. Всем больным проведена магнитно-резонансная томография органов брюшной полости при поступлении и повторно в течение полугода. Клинические формы: алкогольный стеатоз (n=5), алкогольный гепатит (n=14), цирроз печени (n=9), а также пациенты группы риска (n=3), употребляющие более 60 г алкоголя в течение продолжительного времени. У всех участников оценивали результаты

многовоксельной МРС печени и селезенки с временем релаксации 135 на высокопольном аппарате Vantage Titan 1.5T (Toshiba, Япония). Оценивали значения содержания метаболитов (липиды, холин, лактат, креатин, аспарат, глутамин, глутамат) с учетом концентрации воды как внутреннего стандарта, которую определяли в печени и селезенке. Контрольная группа была представлена абсолютно здоровыми людьми в возрасте от 25 до 50 лет. Референтный метод – анализ макро- и микрогистологического аутопсийного материала печени и селезенки.

Результаты. В группе контроля содержание метаболитов в селезенке было следующим: липиды $25,3 \pm 4,1$ у.е., холин $48,2 \pm 1,7$ у.е., лактат $3,9 \pm 1,7$ у.е., креатин $41,5 \pm 2,7$ у.е., аспарат $8,1 \pm 0,9$ у.е., глутамин $3,5 \pm 0,5$ у.е., глутамат $3,9 \pm 0,1$ у.е. Показатели метаболитов в печени в группе контроля: липиды $2,2 \pm 1,3$ у.е., холин $5,9 \pm 2,4$ у.е., лактат $1,3 \pm 0,4$ у.е., креатин $6,8 \pm 2,9$ у.е., глутамин $1,4 \pm 0,7$ у.е., глутамат $1,2 \pm 0,1$ у.е. У пациентов группы риска выявлены изменения в селезенке (холин $34,5 \pm 5,1$ у.е. и креатин $27,6 \pm 4,3$ у.е.) без статистически значимых изменений в печени со стороны всех метаболитов. При дальнейшем мониторинге установлено продолжение снижения показателей креатина и холина в селезенке наряду с началом их снижения в печени и увеличения уровня липидов, что впоследствии определялось как стеатоз. У пациентов с гепатитами устойчивое понижение содержания холина и креатина сопровождалось выраженной энцефалопатией. Повышение концентрации лактата приводило к тяжелому течению гепатита, а рост уровня цитрата указывал на развитие гепаторенального синдрома. Показатели МРС были статистически значимы в основной и контрольной группах ($p < 0,05$).

Заключение. Показатели МРС печени позволяют прогнозировать развитие печеночной энцефалопатии, гепаторенального синдрома. Данный метод необходимо использовать перед назначением лечения и при мониторинге для оценки его эффективности. В группе риска следует применять МРС селезенки для прогнозирования изменений в печени.

Протокол импульсной последовательности BOLD для пациентов с детским церебральным параличом

Тлизамова Ф.А.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Все больше внимания уделяется изучению патогенетических и нейрофизиологических механизмов двигательных нарушений при детском церебральном параличе (ДЦП), а также исследованию процессов нейропластичности, что стало возможно с развитием и внедрением в клиническую практику современной методики нейровизуализации – функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ).

Цель: усовершенствовать методику проведения фМРТ в состоянии покоя при оценке коннектома головного мозга у детей с ДЦП.

Материал и методы. Исследование проводили на томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Обследованы 30 пациентов с ДЦП до и после применения нейрореабилитационного костюма. Постпроцессинговую обработку данных комплексной фМРТ у больных с ДЦП до и после реабилитации осуществляли в несколько этапов и при помощи специализированного программного обеспечения. В каждом случае использовали два протокола импульсной последовательности BOLD (blood-oxygen-level-dependent) – исходный и усовершенствованный, с измененными количеством повторений и толщиной среза. Соответственно, для группового статистического анализа с применением программного пакета CONN toolbox были сформированы две группы изображений – исходных и усовершенствованных, по 30 наборов изображений каждая. Предварительная обработка данных фМРТ в состоянии покоя представляла собой анализ изменения BOLD-сигнала от каждого вокселя на протяжении времени сканирования с дальнейшим вычислением корреляций полученных временных кривых с целью выявить схожие колебания, отражающие функциональную связность соответствующих зон. Для сравнительного анализа использовали оценку соотношения «сигнал/шум» двумя независимыми экспертами путем выделения зон интереса на «сырых» данных фМРТ. Для сравнительного межгруппового анализа применяли методы измерения фракционной амплитуды низкочастотных колебаний (fractional amplitude of low frequency fluctuations, fALFF) и локальной однородности (regional homogeneity, ReHo), которые отражают различные аспекты локальной нейронной активности и при этом не несут информации о функциональных связях (коннективности) между различными отделами головного мозга. ALFF измеряет общую силу BOLD-сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 0,10 Гц, а fALFF является вариантом, определяющим силу в низкочастотном диапазоне (0,01–0,10 Гц), разделенную на общую силу сигнала во всем диапазоне частот.

Результаты. Уменьшение количества сканов со 100 до 80 дало возможность сократить время сканирования с 6 до 5 мин. При этом уменьшение толщины среза с 5,0 до 3,7 мм позволило получить изотропный воксел 3,7 мм, что важно для качественного постпроцессинга BOLD-изображений, особенно для обработки артефактов от движения (смещения по осям и ротации). При межгрупповом анализе с применением программного пакета CONN toolbox и методов fALFF и ReHo статистически значимых различий между группами не выявлено, что свидетельствует об отсутствии снижения качества изображений.

Заключение. Усовершенствованная методика фМРТ в состоянии покоя позволяет получить данные за более короткое время без потери их качества и улучшить процесс исследования детей с ДЦП. Благодаря сокращению времени сканирования и, следовательно, времени нахождения ребенка в томографе, суммарная величина смещения и ротации изображений стала меньше, что положительно сказалось на соотношении «сигнал/шум».

Изучение изменений функциональной коннективности головного мозга у пациентов с детским церебральным параличом методом функциональной магнитно-резонансной томографии в состоянии покоя с применением межгруппового статистического анализа

Тлизова Ф.А., Ефимцев А.Ю., Труфанов Г.Е.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Перинатальное поражение центральной нервной системы является одной из актуальных проблем неонатологии. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) в состоянии покоя позволяет выявить функциональные изменения коннектома головного мозга у пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП), проследить динамику их реорганизации на фоне проводимой нейро-реабилитации.

Цель: определение возможностей фМРТ в состоянии покоя при оценке терапевтического эффекта нейрореабилитационных мероприятий с применением специализированного костюма.

Материал и методы. Исследование проводилось на томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Обследовано 30 пациентов с ДЦП до и после применения нейрореабилитационного костюма. Проводили традиционную МРТ в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (T1-, T2-взвешенные изображения, TIRM, MP-RAGE) и фМРТ в состоянии покоя.

Результаты. После курса нейрореабилитации с использованием костюма у всех детей зафиксированы улучшение координации движений и снижение мышечного тонуса, что подтверждается результатами неврологического обследования ($p < 0,05$). При оценке динамики изменения индексов по шкалам Ашфорта, FMS и Берга выявлены более значимые улучшения двигательных функций, речи, различных аспектов сенсорной интеграции и снижение мышечного тонуса. Межгрупповой статистический анализ результатов фМРТ в состоянии покоя у пациентов с ДЦП до и после нейростимуляции показал изменения в функциональной связности головного мозга ($p < 0,05$) (методы ROI-to-ROI и Seed-to-Voxel). Исследование было сосредоточено на реорганизации нейронных сетей в состоянии покоя. При выполнении фМРТ выявлено следующее: основные компоненты, которые статистически значимо усилили коннективность, – это некоторые отделы мозжечка с островковой корой, а также с элементами рабочей сети покоя (предклинье, задний цингулюм). Выбором интереса признана медиальная префронтальная кора. У пациентов с ДЦП в динамике установлено усиление коннективности между медиальной префронтальной корой, лингвальной рабочей сетью (нижняя лобная извилина слева), фронтопариетальной корой справа, средней лобной извилиной справа. При этом показано незначительное ослабление коннективности с компонентами рабочей сети внимания. Эти изменения отражают положительную динамику моторных навыков и некоторых когнитивных способностей.

Заключение. Функциональная МРТ в состоянии покоя является достоверным методом оценки функциональных изменений головного мозга у детей с ДЦП до и после проведения нейрореабилитации. Применение специального программного обеспечения (MatLab, SPM, CONN toolbox) позволяет проводить качественную и количественную оценку выявленных изменений и наглядно представлять их в графическом виде. Использование нейрореабилитационного костюма усиливает эффективность стандартной двигательной реабилитации, что отражается при объективной оценке функциональной коннективности моторных областей.

Возможности магнитно-резонансной томографии в выявлении гепаторенального синдрома

Шкуратова Ю.Ю., Морозова Т.Г.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск

Актуальность. Гепаторенальный синдром – жизнеугрожающее состояние, характеризующееся почечной недостаточностью у пациентов с циррозом печени, связанное с нарушением синтетической функции печени и исключающее другие причины почечной патологии. Дифференциальная диагностика в выявлении данного заболевания крайне важна в связи с высокой летальностью пациентов и отсутствием четких критериев диагностики на данный момент.

Цель: оценить возможности диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и перфузии с маркированием артериальных спинов (arterial spin labeling, ASL) в выявлении гепаторенального синдрома.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 19 пациентов (10 мужчин и 9 женщин, средний возраст $53,4 \pm 7,8$ года) с циррозом печени (активность класса С по системе Чайлда–Пью), асцитом 2–3-й степеней. Больные находились на стационарном лечении в ОГБУЗ «Клиническая больница № 1», где была проведена магнитно-резонансная томография (МРТ) почек с обязательным включением в протокол последовательностей ДВИ и ASL-перфузии. Определяли измеряемый коэффициент диффузии (ИКД), оценивали уровни креатинина и/или скорости клубочковой фильтрации (СКФ). Пациенты с циррозом печени были распределены по группам в зависимости от показателей ДВИ, ASL-перфузии почек: 1-я группа (n=6) – ASL-перфузия почек $450 \pm 17,6$ мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – нет ограничения диффузии, ИКД $2,8 \pm 0,4 \times 10^{-3}$ мм²/с; 2-я группа (n=6) – ASL-перфузия почек $382 \pm 21,4$ мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – нет ограничения диффузии, ИКД $2,8 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ мм²/с; 3-я группа (n=7) – ASL-перфузия почек $220 \pm 11,1$ мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – есть ограничение диффузии, ИКД $1,4 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ мм²/с.

Результаты. В течение 7 дней у пациентов 3-й группы отмечались отрицательная динамика в процессе лечения, нарастание асцита, нарушение почечной функции с формированием микрогематурии, гиперальбуминурии, подтвержденные по данным ультразвукового исследования (УЗИ) паренхиматозными изменениями. Больным данной группы выставлен диагноз «острое повреждение почек» ($r=0,784$). Во 2-й группе у 4 участников в течение 14 дней определялся прогресс почечной дисфункции по лабораторным и инструментальным методам исследования, но он корригировался введением альбумина и коррекцией диуретической терапии. У всех пациентов в начале исследования СКФ превышала 60 мл/мин/1,72 м². В динамическом наблюдении через 3 мес установлено снижение СКФ с нарушением кортико-медуллярной дифференцировки по данным УЗИ, с последующим установлением диагноза «хроническая болезнь почек» ($r=0,791$). В 1-й группе на фоне проводимой терапии отсутствовала динамика лабораторных и инструментальных показателей при прогрессировании клиники почечного повреждения, что позволило установить диагноз «гепаторенальный синдром» ($r=0,672$).

Заключение. ASL-перфузия $220 \pm 11,1$ мл/100 г/мин, ограничение диффузии по ДВИ качественно, ИКД $1,4 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ мм²/с являются прогностически значимыми показателями для установления диагноза острого повреждения почек у пациентов с циррозом печени и асцитом ($r=0,784$). Комплексная оценка ДВИ и ASL-перфузии почек у таких больных позволяет прогнозировать формирование хронической болезни почек ($r=0,791$) и гепаторенального синдрома ($r=0,672$).

Абдоминальная визуализация

Анализ данных лучевых методов диагностики перстневидно-клеточного гистологического типа рака желудка

Ефимова О.А.

БУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава Чувашии, Чебоксары

Актуальность. Перстневидно-клеточный рак (ПКР) желудка – один из наиболее распространенных гистологических типов злокачественных новообразований желудка, частота встречаемости которого достигает 20% от всех случаев рака желудка (РЖ).

Цель: улучшение диагностики ПКР желудка.

Материал и методы. Проанализированы данные лучевых методов визуализации и гистологического исследования 365 пациентов с РЖ, прошедших диагностику заболевания в БУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава Чувашии и БУ «Городская клиническая больница № 1» Минздрава Чувашии в 2022–2023 гг. Компьютерная томография (КТ) желудка проведена на аппаратах Light Speed VEX Plus 4 (GE, США) и Light Speed RT 16 (GE, США). Ультразвуковое исследование (УЗИ) желудка выполнено на аппарате Mindray Resona 7 (Китай).

Результаты. В результате гистологического исследования пациентов с РЖ выявлено 293 (80,3%) больных с аденокарциномой желудка, 49 (13,4%) – с ПКР желудка, 13 (3,6%) – с недифференцированным РЖ, 10 (2,7%) – с плоскоклеточным раком кардиального отдела желудка, распространяющимся на пищеводно-желудочный переход. Средний возраст пациентов с ПКР составил $62 \pm 1,9$ года. Отмечено преобладание ПКР среди женщин ($n=30$; 61,2%) по сравнению с мужчинами ($n=19$; 38,8%). Анализ данных лучевых методов диагностики ПКР позволил установить преимущественно позднее выявление заболевания на III–IV клинических стадиях ($n=31$; 63,3%) в сравнении с I–II клиническими стадиями ($n=18$; 36,7%). Показано преимущественное поражение антрального отдела желудка ($n=14$; 28,6%) и тела желудка ($n=12$; 24,5%). Реже ПКР желудка поражал пилорический канал и кардиальный отдел желудка (по 2 случая; 4,1%). При этом отмечено субтотальное поражение желудка при ПКР, характеризующееся вовлечением в опухолевый процесс более одного отдела органа ($n=19$; 38,7%). По данным КТ и УЗИ желудка определены два основных типа роста опухоли при ПКР: диффузный ($n=39$; 79,6%) и инфильтративный ($n=10$; 20,4%). Установлены средние показатели толщины желудочной стенки при ПКР: по данным КТ – $19,7 \pm 0,95$ мм ($p < 0,05$), по данным УЗИ – $16,3 \pm 0,77$ мм ($p < 0,05$), что сопоставимо с результатами исследования послеоперационного материала. Информативность комплексного использования лучевых методов диагностики в выявлении ПКР желудка была высокой: чувствительность 98,9%, специфичность 89,4%, точность 97,8%.

Заключение. Анализ данных лучевых методов диагностики ПКР желудка позволил установить высокие статистически значимые показатели. Комплексное использование КТ и УЗИ желудка дает возможность улучшить диагностику заболевания.

Показатели фракции внеклеточного объема печени при циррозе различной этиологии и степени тяжести

Савченков Ю.Н.^{1,2}, Труфанов Г.Е.³, Фокин В.А.³, Ионова Е.А.¹, Аракелов С.Э.^{2,4}

¹ ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства России, Москва

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.П. Демидова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва

Актуальность. Развитие цирроза печени представляет собой закономерный исход хронических заболеваний печени. Расчет показателей фракции внеклеточного объема (ФВО) является одной из перспективных методик магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Цель: определение показателей ФВО печени у пациентов с циррозом различной этиологии и степени тяжести.

Материал и методы. МРТ органов брюшной полости на высокопольном томографе Magnetom Vida (Siemens, Германия) с индукцией магнитного поля 3 Тл проведено 36 пациентам в возрасте от 19 до 78 лет (средний возраст $50,8 \pm 16,2$ года), среди которых было 16 женщин и 20 мужчин, с циррозом печени различной этиологии. Все больные были классифицированы по шкале оценки тяжести и компенсации цирроза Чайлда–Пью на три группы: класс А (компенсированный цирроз) – 20 пациентов, класс В (субкомпенсированный цирроз) – 11 пациентов, класс С (декомпенсированный цирроз) – 5 пациентов. T1-картирование проводили с применением модифицированной методики инверсии-восстановления Лука–Локера (Modified Look–Locker Inversion recovery, MOLLI) на основе двумерных импульсных последовательностей истинно быстрой визуализации с устойчивой прецессией (True Fast imaging with steady state precession, TrueFisp) с неселективным инверсионным импульсом и кардиосинхронизацией по протоколам MOLLI 5(3)3 и MOLLI 4(1)3(1)2 до и после введения контрастного вещества из расчета $0,1$ ммоль/кг со скоростью $1,5–2,5$ мл/с. Постконтрастные изображения, полученные на 10-й минуте от начала введения, представляли собой серошкальные и цветные параметрические карты времени T1-релаксации, на которых проводили измерения посредством определения областей интереса в SIVa, SVII, SVIII правой доли и SII левой доли печени с исключением крупных сосудов, желчных протоков

и очаговых образований. Суммарная площадь полигональных областей интереса составляла 10–20 см², не достигая 0,5–1 см от поверхности органа. Области интереса, выделенные на нативных изображениях, были скопированы на постконтрастные параметрические карты. После получения четырех значений областей интереса определяли итоговые средние значения, которые использовали для статистического анализа. Время T1-релаксации крови в аорте определяли путем размещения округлой формы области интереса, выполняющей весь просвет сосуда. Расчет ФВО, выраженной в процентах, осуществляли по формуле $ФВО = (1 - \text{гематокрит}) \times (\Delta R1 \text{ печени} / \Delta R1 \text{ аорты})$, где $R1 = 1/T1$ до и после внутривенного введения контрастного вещества. Значения гематокрита получали из данных общего клинического анализа крови в день проведения МРТ.

Результаты. Статистический анализ выявил, что показатели ФВО значимо различались между классами по шкале оценки тяжести и компенсации цирроза Чайлда–Пью. При использовании протокола сканирования MOLLi 5(3)3 ФВО составила для пациентов с циррозом класса А 32,9±1,7%, класса В – 38,3±2,1%, класса С – 45,3±2,2%. Показатели ФВО печени при использовании протокола сканирования MOLLi 4(1)3(1)2 составляли для пациентов с циррозом класса А 34,1±1,6%, класса В – 39,9±2,0%, класса С – 46,7±2,5%. Вне зависимости от типа протокола, применяемого для сбора данных T1-картирования, отсутствовала статистически значимая разница между полом, возрастом пациентов и значениями ФВО печени.

Заключение. Определена отчетливая корреляция между показателями ФВО и классами по шкале оценки тяжести и компенсации цирроза Чайлда–Пью вне зависимости от этиологии заболевания. Различия между протоколами MOLLi подчеркивают необходимость стандартизации методики для определения ФВО печени.

Сравнительная характеристика показателей ASL-перфузии печени и почек у пациентов с циррозами

Шкуратова Ю.Ю., Морозова Т.Г.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск

Актуальность. Циррозы печени могут приводить к различным осложнениям со стороны других органов и систем. Лечение этих осложнений представляет непростую задачу для врачей-клиницистов. Почки, как и печень, выполняют детоксикационную функцию, поэтому особенно важно своевременно диагностировать повреждение мочевыделительной системы у пациентов данной группы.

Цель: оценить показатели перфузии печени и почек с маркированием артериальных спинов (arterial spin labeling, ASL) у пациентов с циррозами.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 19 пациентов гастроэнтерологического отделения ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» с установленным диагнозом цирроза печени различной этиологии класса С по классификации Чайлда–Пью в равных пропорциях по полу, средний возраст 53,4±7,8 года. Всем больным проведена магнитно-резонансная томография (МРТ) почек с обязательным включением в протокол последовательностей диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) для почек и ASL-перфузии для печени и почек. Оценивали измеряемый коэффициент диффузии (ИКД), скорость клубочковой фильтрации (СКФ). Выполнено ультразвуковое исследование органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Результаты. В группе здоровых добровольцев получены следующие показатели: ASL-перфузия печени 145±5,8 мл/100 г/мин, ASL-перфузия почек 490±19,2 мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – нет ограничения диффузии, ИКД $2,9 \pm 0,5 \times 10^{-3}$ мм²/с. В зависимости от преобладающего типа кровотока печени по данным ASL-перфузии больные разделены на две группы. В 1-ю группу вошли 7 пациентов с преобладающим гипоперфузионным типом: ASL-перфузия печени 112,8±24,8 мл/100 г/мин, ASL-перфузия почек 220±11,1 мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – есть ограничение диффузии, ИКД $1,4 \times 10^{-3}$ мм²/с. На фоне проводимой терапии отмечалась отрицательная динамика клинической картины, данных лабораторных и инструментальных методов исследования как печени, так и почек. Пациентам 1-й группы выставлен диагноз «острое повреждение почек» ($r=0,784$). Полученные результаты по комплексной оценке органов оказались статистически значимы ($r=0,893$). Во 2-ю группу включены 12 пациентов с преобладающим гиперперфузионным типом (ASL-перфузия печени 232,6±44,9 мл/100 г/мин). У 6 больных данной группы показатели МРТ почек были следующими: ASL-перфузия почек 382±21,4 мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – нет ограничения диффузии, ИКД $2,8 \pm 0,6 \times 10^{-3}$ мм²/с. В динамическом наблюдении через 3 мес у них диагностировали начальное снижение СКФ и признаки нефропатии ($r=0,791$). У 6 пациентов (ASL-перфузия почек 450±17,6 мл/100 г/мин, ДВИ почек качественно – нет ограничения

диффузии, ИКД $2,8 \pm 1,6 \times 10^{-3}$ мм²/с) в течение 14 сут госпитализации установлен гепаторенальный синдром ($r=0,672$). По полученным данным статистически значимой связи между результатами МРТ печени и почек не выявлено ($p>0,05$; $r=0,386$).

Заключение. Комплексная оценка ASL-перфузии печени с гипоперфузионным типом кровотока и ДВИ и ASL-перфузии почек позволяет прогнозировать у пациентов с циррозами острое повреждение почек ($r=0,784$; $r=0,893$), формирование нефропатии ($r=0,791$) и гепаторенального синдрома ($r=0,672$). Признак гиперперфузии печени по данным ASL является неспецифическим в комплексной оценке печени и почек ($p>0,05$; $r=0,386$).

Компьютерная томография

Возможности определения нестабильного компонента атеросклеротической бляшки с помощью количественных параметров двухэнергетической компьютерной томографии

Галяутдинова Л.Э.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Атеросклероз сонных артерий остается одной из основных причин развития ишемического инсульта. Все больше данных свидетельствуют о связи наличия признаков нестабильности атеросклеротической бляшки с повышенным риском развития острых ишемических событий. В связи с этим возрастает необходимость своевременной их диагностики, особенно с помощью неинвазивных методов визуализации, в том числе компьютерной томографии (КТ). Стандартная КТ-ангиография является высокочувствительным методом определения стеноза брахиоцефальных артерий (БЦА), однако имеет ограничения в дифференциации признаков нестабильности бляшки, таких как внутривенное кровоизлияние, липидное некротическое ядро, от стабильного фиброзного компонента бляшки в связи с «перекрытием» или частичным совпадением их плотностных характеристик. Двухэнергетическая компьютерная томография (ДЭКТ) – относительно новый инструмент лучевой диагностики, обладающий рядом преимуществ относительно стандартной моноэнергетической. КТ-ангиография БЦА с применением двухэнергетического протокола сканирования позволяет получить больше количественных плотностных характеристик, которые могут быть использованы для определения компонентов нестабильности.

Цель: сравнительный анализ количественных характеристик стабильных и нестабильных компонентов атеросклеротической бляшки, полученных с помощью ДЭКТ, в соответствии с гистологической верификацией.

Материал и методы. Проанализированы результаты КТ-ангиографии БЦА с применением двухэнергетического протокола сканирования у 12 пациентов, поступивших для проведения плановой каротидной эндартерэктомии. Исследования проводили на компьютерном томографе Somatom Force (Siemens, Германия) с двумя рентгеновскими трубками (2×198 срезов). Двухэнергетический протокол обладал следующими характеристиками: напряжение на трубке А – 90 кВ, на трубке В – 150 кВ, средняя сила тока на трубке А – 104 мА, на трубке В – 69,4 мА. Следующим этапом выполняли гистологический анализ атеросклеротической бляшки, полученной после каротидной эндартерэктомии. При гистологическом исследовании срезов фрагмента артерии (через каждые 0,5 см) были выделены стабильный фиброзный компонент, а также нестабильные компоненты: кровоизлияние и липидное некротическое ядро. Далее проведено сопоставление гистологических данных с результатами ДЭКТ. Измеряли плотностные характеристики при 90 и 150 кВ, значения максимального, минимального и среднего Z-effective на уровне идентифицированных компонентов. Параметры оценивали в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$), для статистического анализа использовали апостериорный критерий Тьюки.

Результаты. По данным гистологического исследования выявлены следующие признаки нестабильности: кровоизлияние ($n=6$), липидное некротическое ядро ($n=9$), смешанный компонент с липидным ядром и/или кровоизлиянием ($n=10$). На 11 гистологических срезах стабильных и нестабильных атеросклеротических бляшек обнаружен фиброзный компонент. При анализе данных ДЭКТ, полученных путем измерения на уровне различных компонентов бляшек (в соответствии с гистологическими данными) плотностных характеристик, максимального, минимального и среднего Z-effective получены количественные характеристики каждого компонента бляшки. Статистический анализ с применением апостериорного критерия Тьюки выявил статистически значимые различия для показателя минималь-

ного Z-effective при попарном сравнении стабильного фиброзного компонента со всеми признаками нестабильности. Так, достоверные отличия наблюдались между фиброзным компонентом и участками с кровоизлиянием ($p < 0,05$), фиброзным компонентом и липидным некротическим ядром ($p < 0,01$), а также между фиброзным и смешанными компонентами, включающими липидное ядро и/или кровоизлияние ($p < 0,05$). В то же время при попарном сравнении нестабильных компонентов между собой (кровоизлияние, липидное ядро, смешанный тип) статистически значимых различий по показателю Z-effective не выявлено. Это указывает на более высокую дифференцирующую способность Z-effective в отношении стабильных и нестабильных структур, чем внутри подгруппы нестабильности, где показатели частично перекрываются.

Заключение. ДЭКТ с определением показателя Z-effective позволяет дифференцировать фиброзный компонент атеросклеротической бляшки от таких признаков нестабильности, как кровоизлияние и липидное некротическое ядро, а также смешанный компонент с липидным ядром и/или кровоизлиянием.

Роль компьютерной томографии в диагностике послеоперационного стерномедиастинита: патогномоничные признаки у пациентов после стернотомии

Моисеев Д.А., Буркова И.Н., Ховрин В.В.

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Москва

Актуальность. Послеоперационный стерномедиастинит (ПОСМ) является одним из наиболее тяжелых осложнений стернотомии, развивающимся более чем у 5% пациентов. Этиология многофакторна, включает особенности хирургического вмешательства и индивидуальный клинический статус. Наиболее информативным методом диагностики осложнений и выбора дальнейшей тактики лечения остается компьютерная томография (КТ).

Цель: выявить патогномоничные КТ-признаки ПОСМ у пациентов после стернотомии и определить их роль в формировании диагностического алгоритма.

Материал и методы. Проведено ретроспективное исследование КТ органов грудной клетки у 79 больных после стернотомии: 33 пациента с ПОСМ и 46 без осложнений. Оценивались клинические характеристики, наличие переломов, деструкций, инородных тел, скоплений жидкости и газа, инфильтрация подкожно-жировой клетчатки, плотность костной ткани.

Результаты. Установлено, что наиболее значимыми дифференциальными признаками ПОСМ являются: увеличение диастаза створок грудины, наличие глубокой деструкции (12,1% против 0,8%; $p = 0,027$), газовых скоплений (42,4% против 0,9%; $p < 0,001$), жидкостных образований более 10,0 см³ (33,3% против 2,7%; $p < 0,001$), инфильтрация подкожно-жировой клетчатки (93,9% против 8,4%; $p < 0,001$), а также изменения плотности костной ткани (максимальное значение 304,4 HU против 220,9 HU, минимальное –107,8 HU против –61,3 HU).

Заключение. КТ является методом выбора в ранней диагностике ПОСМ. К патогномоничным признакам можно отнести диастаз грудины, инфильтрацию подкожно-жировой клетчатки, наличие жидкости и газа в зоне вмешательства, а также показатели плотности костной ткани. Выявленные критерии имеют потенциал для стандартизации диагностического алгоритма и профилактики данного осложнения.

Искусственный интеллект, телемедицина, управление

Возможности технологий искусственного интеллекта в диагностике ишемического инсульта на компьютерной томографии головного мозга

Азнаурова Ш.А., Кремнева Е.И., Арзамасов К.М., Владзимирский А.В.

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

Актуальность. Острый ишемический инсульт (ОИИ) – жизнеугрожающее состояние, требующее экстренной диагностики для своевременного начала реперфузионной терапии. Компьютерная томография (КТ) является одним из основных методов диагностики данного заболевания. Однако распознавание ОИИ на ранних стадиях представляет значительные трудности в связи с минимальными структурными изменениями мозговой ткани, а также субъективностью визуальной оценки. Перспективным направлением для повышения точности диагностики является внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ). **Цель:** оценка диагностических показателей алгоритмов ИИ для автоматического выявления признаков ОИИ на бесконтрастной КТ головного мозга.

Материал и методы. С помощью трех алгоритмов ИИ для верификации ОИИ на КТ-изображениях головного мозга проведен ретроспективный анализ выборки из 100 деперсонализированных КТ-исследований с балансом классов 50:50 (50 исследований с верифицированным ОИИ, 50 – без признаков ишемии). Верификацию КТ-исследований проводили два рентгенолога (стаж работы по данному виду не менее 3 лет), при отсутствии консенсуса между ними привлекался третий эксперт (стаж работы по данному виду более 5 лет). Для задач исследования рассчитаны диагностические показатели алгоритмов ИИ с 95% доверительным интервалом (ДИ) – точность, чувствительность, специфичность, площадь под кривой (area under curve, AUC).

Результаты. При анализе результатов исследования выявлена значительная вариабельность диагностической эффективности алгоритмов ИИ: алгоритм ИИ-1 продемонстрировал точность 0,870 (95% ДИ 0,801–0,938), чувствительность 0,911 (95% ДИ 0,828–0,994), специфичность 0,830 (95% ДИ 0,722–0,937), AUC 0,887 (95% ДИ 0,818–0,955); алгоритм ИИ-2 – точность 0,854 (95% ДИ 0,781–0,969), чувствительность 0,833 (95% ДИ 0,728–0,939), специфичность 0,875 (95% ДИ 0,781–0,939), AUC 0,872 (95% ДИ 0,795–0,948); алгоритм ИИ-3 – точность 0,806 (95% ДИ 0,728–0,884), чувствительность 0,680 (95% ДИ 0,551–0,809), специфичность 0,938 (95% ДИ 0,869–1,000), AUC 0,829 (95% ДИ 0,739–0,918). Алгоритмы ИИ-1 и ИИ-2 показали высокую и сопоставимую диагностическую эффективность (AUC > 0,87, чувствительность и специфичность ≥ 83%), соответствующую требованиям для вспомогательных систем в клинической практике. Высокая чувствительность алгоритма ИИ-1 (91,1%) особенно важна для минимизации пропусков патологии. Однако выявленные ограничения ИИ-3 свидетельствуют о необходимости дальнейшей оптимизации алгоритмов с целью минимизации ложноотрицательных заключений.

Заключение. Технологии ИИ в качестве системы поддержки врачебных решений обладают значительным потенциалом для повышения точности и скорости диагностики ОИИ, особенно в условиях дефицита времени и экспертных кадров. Однако результаты исследования подчеркивают категорическую необходимость тщательной клинической валидации каждого ИИ-алгоритма перед его внедрением в рутинную практику.

Рентгенологическая служба приемно-диагностических отделений: современные возможности информационных технологий

Бенян А.С.¹, Денчик А.В.²

¹ ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», Самара

² ОАО «Санаторий им. В.П. Чкалова», Самара

Актуальность. Организация работы приемно-диагностических отделений (ПДО) многопрофильных стационаров в настоящее время претерпевает существенные изменения с учетом развития информационных и бережливых технологий. Рентгенологическая служба была одной из первых, в которой элементы цифровой трансформации обусловили улучшение процессов сортировки пациентов, ускорения диагностики, обмена информационными данными, повышения диагностической точности методов. Дальнейшие исследования в этом направлении включают развитие аналитических платформ, круглосуточной работы референс-центров, увеличение охвата пациентов телемедицинскими консультациями и технологиями искусственного интеллекта.

Цель: изучить эффективность деятельности ПДО в аспекте функционирования рентгенологической службы с использованием современных цифровых технологий.

Материал и методы. Проведен анализ работы 4 ПДО многопрофильных стационаров Самарской области общей коечной мощностью 6264 койки, которые оказывали экстренную медицинскую помощь в период 2019–2024 гг. В рамках реализации мероприятий национального проекта «Здравоохранение» все ПДО были переоснащены новыми цифровыми рентгеновскими аппаратами и компьютерными

томографами, в 100% случаев подключенными к Центральному архиву медицинских изображений. Кроме того, внедрение в этот же период на территории региона единой медицинской информационной аналитической системы (ЕМИАС) сопровождалось развитием телемедицинских технологий, использование которых также проанализировано по критериям эффективности рентгенорадиологической службы ПДО.

Результаты. Изменение инфраструктурных и логистических процессов внутри ПДО оценено на основании сравнения следующих критериев на момент начала модернизации и ее завершения: доля электронных заявок на проведение исследования увеличилась с 21% до 93%; общее количество рентгеновских исследований возросло на 282%; прирост количества компьютерных томографий составил 234,5%, в том числе с контрастным усилением – 162,2%; количество исследований на одно рабочее место увеличилось с $20,1 \pm 4,5$ до $28,7 \pm 3,1$; время получения заключения специалистов сократилось с $40,8 \pm 6,7$ до $22,0 \pm 4,3$ мин; количество исследований, направленных в референс-центры для получения второго мнения, повысилось на 14,5%; доля заявок на телемедицинские консультации возросла с 1,8% до 4,6%; доля заключений специалистов-рентгенологов в ЕМИАС увеличилась с 12,2% до 100%. Таким образом, интеграция рентгенологической службы в цифровое пространство кардинальным образом повлияла на совершенствование процессов оказания экстренной помощи.

Заключение. Работа рентгенорадиологической службы в составе ПДО является одним из факторов успешности в достижении высокой доступности и качества медицинской помощи. Цифровая трансформация и обновление рентгенологической службы ПДО способствуют росту мощностей, пропускной способности ПДО, ускорению процессов диагностики и оказания помощи.

Опыт применения технологий искусственного интеллекта для диагностики мочекаменной болезни при компьютерной томографии

Гасанова Д.Ф., Арзамасов К.М., Владимирский А.В., Васильев Ю.В.

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

Актуальность. Мочекаменная болезнь (МКБ) – это хроническое заболевание, являющееся следствием метаболических нарушений и/или влияния факторов внешней среды, при котором в органах мочевыделительной системы (почка, мочеточник, мочевого пузыря) образуются камни (конкременты). За последнее десятилетие наблюдается устойчивый рост заболеваемости, что подчеркивает актуальность данной проблемы в здравоохранении. Кроме того, МКБ способна рецидивировать, причем частота рецидивов колеблется от 6,1% до 66,9%. Своевременная диагностика и лечение снижают риск развития осложнений.

Цель: оценить возможности и ограничения алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) при выявлении МКБ на компьютерной томографии (КТ).

Материал и методы. В рамках интеграции программного обеспечения (ПО) на основе технологий ИИ для анализа медицинских изображений и их последующего использования в системе здравоохранения г. Москвы разработаны сервисы ИИ, определяющие по КТ органов брюшной полости (ОБП) наличие или отсутствие конкрементов в мочевыделительной системе. Критериями оценки являются: наличие/отсутствие конкрементов, при наличии – определение локализации и подсчет их количества, морфометрия наибольшего конкремента в каждом органе мочевыделительной системы. Критерии подразделены на следующие варианты: корректная разметка (отмечены все целевые находки), незначительные замечания (отмечено не менее одной находки по целевой патологии или не на всех снимках, неточное оконтуривание находок, некорректная оценка их объема/количества), ложноотрицательный результат (пропуск находки при фактическом ее наличии), ложноположительный результат (отмечена другая находка как целевая патология). Всего рассмотрено 206 исследований КТ ОБП, при которых наблюдалось наличие либо отсутствие признаков МКБ. Данные исследования обработаны с помощью ПО на основе ИИ.

Результаты. Корректная разметка отмечена в 67 (33%) случаях, незначительные замечания – в 67 (33%), ложноположительный результат – в 70 (34%), ложноотрицательный результат – в 1 (0%). Незначительные замечания и ложноотрицательные результаты преимущественно наблюдались при локализации конкрементов в мочевом пузыре или в тазовой части мочеточника, местами в почках при множественности конкрементов. Определение количества, морфометрии конкрементов в мочевыделительной системе, особенно при их множественности, требует выполнения большого количества измерений, что увеличивает время описания КТ-исследований врачом-рентгенологом. Для помощи врачам и для оптимизации диагностического процесса выявления конкрементов предлагается использование ПО на

основе ИИ. Однако следует отметить, что при анализе медицинских изображений не всегда происходит корректная обработка. Встречаются незначительные замечания, ложноположительные и ложноотрицательные результаты.

Заключение. Применение ИИ при описании КТ-исследований пациентов с МКБ позволяет автоматически проводить оценку размеров и плотности конкрементов, но в настоящее время требуется повышение качества работы такого ПО для снижения числа пропусков конкрементов.

Комплексный подход от анализа рентгеновских снимков до персонализированного чат-бота на базе интегрированного LLM GigaChat: как искусственный интеллект может помочь в борьбе с пневмонией

Осадчий А.С., Серова А.А., Бернн С.Г., Володина В.Д.

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

Актуальность. Пневмония остается одной из ведущих причин смертности в мире. В 2023 г. показатель заболеваемости составил 498 случаев на 100 тыс. населения, что подчеркивает важность ранней диагностики для эффективного, своевременного лечения. Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) открывают новые горизонты в медицине, позволяя не только автоматизировать анализ медицинских изображений, но и интегрировать их в клиническую практику. Внедрение чат-ботов, способных анализировать рентгеновские снимки и предоставлять врачу персонализированные рекомендации на основе анамнестических данных пациента, – это следующий шаг в цифровизации здравоохранения.

Цель: разработать интеллектуальную систему на основе сверточной нейронной сети (convolutional neural network, CNN) для диагностики пневмонии по данным рентгенограмм с последующей интеграцией в Telegram-бота, генерирующего персонализированные рекомендации с использованием LLM GigaChat на основании анамнестических данных.

Материал и методы. Диагностическая модель разработана на основе датасета, включающего 5856 тренировочных и 624 тестовых рентгенограмм грудной клетки с разрешением 224×224 пикселя. Архитектура CNN состояла из пяти блоков, сочетающих сверточные и полносвязные слои, что обеспечило высокую чувствительность к патологическим изменениям. Для повышения обобщающей способности модели применяли аугментацию данных: поворот изображений на $\pm 10^\circ$, горизонтальное отражение и масштабирование в диапазоне 0,8–1,0. Обучение проводили на графическом процессоре с оптимизацией параметров, что позволило достичь целевого уровня точности (>85%). Telegram-бот стал ключевым инструментом внедрения модели в практику. Он интегрирует обученную CNN для автоматического анализа загружаемых рентгенограмм и дополняет диагностику сбором анамнеза через интерактивный опрос (например, симптомы, возраст, сопутствующие заболевания). На основе этих данных и результатов анализа рентгенограмм чат-бот с использованием LLM GigaChat формирует персонализированные рекомендации, обеспечивая врача или пациента структурированным планом действий.

Результаты. Исходные показатели CNN (точность 79%, полнота 99%, F-мера (гармоническое среднее между точностью и полнотой) 84,6%) были значительно улучшены после аугментации данных: точность возросла до 91% при сохранении полноты на уровне 98%, F-мера повысилась до 92,7%. ROC-анализ продемонстрировал увеличение площади под кривой (area under curve, AUC) с 0,94 до 0,96, что свидетельствует о высокой дискриминативной способности модели и подтверждает высокую эффективность данного подхода. Внедрение LLM в Telegram-бот позволило сформулировать рекомендации в течение минуты. Данные рекомендации включают подробное описание необходимых действий для пациента, варианты медикаментозного и немедикаментозного лечения, однако носят обобщенный характер в соответствии с этическими нормами и политикой GigaChat, что обеспечивает баланс между эффективностью и безопасностью применения ИИ в медицине.

Заключение. Разработанная система объединяет передовые технологии ИИ (CNN и языковые модели), обеспечивая высокую эффективность в диагностировании пневмонии. Telegram-бот не только выявляет патологию на рентгеновских снимках, но и предоставляет пациенту персонализированные рекомендации, сокращая временной промежуток между диагностикой и началом лечения. Это решение является важным достижением в развитии цифровых медицинских помощников, способных работать в условиях ограниченных ресурсов.

Телемедицина и искусственный интеллект в организации медицинской помощи пациентам с периферическими образованиями легких

Шамсудинов Р.Ш.¹, Беньян А.С.², Золотарев П.Н.³

¹ ГБУЗ «Самарская городская больница № 6», Самара

² ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», Самара

³ Медицинский университет «Ревиз», Самара

Актуальность. Периферические образования легких являются достаточно частой находкой при проведении рентгенорадиологических обследований. Современные подходы к тактике и организации лечебно-диагностических процессов базируются на анализе лучевых характеристик патологических образований и сопряжении их с фоновой историей и клинической картиной. Дальнейшее развитие методологии ориентировано в направлении расширения охвата пациентов телемедицинскими консультациями (ТМК) и возможностей искусственного интеллекта (ИИ).

Цель: провести оценку первого опыта по использованию ТМК и ИИ у пациентов с периферическими образованиями легких и на основе полученных результатов внести предложения по совершенствованию организационных решений на разных этапах оказания медицинской помощи.

Материал и методы. В основу работы положен первый этап взаимодействия между Центром амбулаторной онкологической помощи (ЦАОП) Самарской городской больницы № 6 и торакальной службой Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина. Основными инструментами документооборота и обмена информацией стали региональная Единая медицинская информационная аналитическая система, Центральный архив медицинских изображений «Комета», платформенное решение по описанию компьютерных томографических (КТ) исследований бронхолегочной патологии «МосМедИИ».

Результаты. Проведены ТМК торакального хирурга у 82 пациентов с периферическими образованиями легких, находящихся под наблюдением в ЦАОП. На предшествующем этапе амбулаторной помощи предварительную консультацию торакального хирурга получили только 12 (14,6%) больных. При этом у всех была определена консервативная тактика динамического наблюдения. По результатам ТМК 44 пациентам было рекомендовано выполнение повторной КТ, после чего результаты всех 82 больных были оценены с помощью ИИ и организована очная консультация торакального хирурга. Последующий многофакторный анализ выявил следующие закономерности: положительная динамика (уменьшение размеров, фиброзные изменения) зарегистрирована у 12 (14,6%) пациентов; у 23 (28,0%) больных отмечен рост размеров периферического образования; в 8 (9,8%) наблюдениях заключения ИИ имели расхождение с предыдущим исследованием в пользу появления признаков малигнизации; показания к операции были определены в 35 (42,7%) случаях, впоследствии в 4 из них выявлены противопоказания; 3 (3,7%) пациента исключены из списка наблюдаемых в ЦАОП по причине отсутствия бронхолегочной патологии.

Заключение. Современные возможности ТМК и ИИ являются основанием для пересмотра многих сложившихся подходов. У пациентов с периферическими образованиями легких использование ИИ и обязательной консультации торакального хирурга, доступной в гибридном формате (ТМК и очный прием) позволяет существенно повысить уровень прогнозной диагностики течения заболевания. Принципиально важным является изменение тактики амбулаторно-поликлинического и специализированного наблюдения, а также расширение показаний к хирургическому лечению. В части нормативно-правовых решений необходимо в дальнейшем создание регистров пациентов с периферическими образованиями легких и закрепление торакальной хирургической службы за ЦАОП.

Совершенствование службы ультразвуковой диагностики на основе телеконсультаций в режиме реального времени

Юрченко О.В.

ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», Москва

Цель: оценить эффективность применения телеконсультаций в ультразвуковой диагностике на примере исследования щитовидной железы.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ 574 ультразвуковых исследований (УЗИ) щитовидной железы у жителей Дальневосточного федерального округа. Методом выбора случайных чисел отобраны 140 заключений УЗИ, которые были проведены 130 женщинам и 10 мужчинам в возрасте от 18 до 90 лет, для контрольных УЗИ-сканирований. Всем им выполнено УЗИ щитовидной железы, после чего 140 участников были распределены на две группы. В 1-ю группу включены 45 обследуемых без выявленной патологии со стороны щитовидной железы, а также после перенесенного оперативного лечения, но на момент УЗИ не имевшие новообразований щитовидной железы, и участники с патологией околотитовидных желез при интактной структуре щитовидной железы. Во 2-ю группу вошли 95 человек с выявленной патологией со стороны щитовидной железы и уровнем стратификации риска развития онкологического заболевания TI-RADS 2 и выше. Всем пациентам 2-й группы для сопоставления результатов и уточнения диагностических выводов предложено проведение УЗИ в режиме телеконсультаций. В качестве экспертов привлекались высококвалифицированные врачи федеральных центров. Согласие на участие в дистанционных консультациях выразил 91 пациент из 95. Телеконсультации проводились в режиме реального времени с применением портативного ультразвукового сканера Vinno 8 (Китай), использовался мультислотный линейный датчик. Для передачи и обработки информации применялась автоматизированная рабочая станция врача ультразвуковой диагностики «СоноРус» (Россия).

Результаты. Всего проведено 231 УЗИ щитовидной железы, из них 91 – в формате телеконсультации. В 78 (85,7%) случаях уровни TI-RADS, определенные врачом, проводившим исследование, и врачом-экспертом, совпали. В 13 (14,3%) случаях показатель TI-RADS был изменен врачом-экспертом: в 8 (8,8%) наблюдениях он был понижен и в 5 (5,5%) случаях уровень стратификации риска развития злокачественного новообразования был повышен. Помимо этого диагностированы заболевания щитовидной железы воспалительного характера (острый тиреоидит), выявлены изменения со стороны лимфатических узлов и 1 случай дэкстрапозиции пищевода.

Заключение. Проведенная работа доказывает, что использование телеконсультаций в ходе УЗИ щитовидной железы позволяет существенно повысить качество диагностики, минимизировать риски врачебных ошибок, оптимизировать процесс своевременной диагностики злокачественных новообразований и осуществлять корректную стратификацию риска их развития.

Военно-полевая рентгенология

Первый опыт использования цифрового томосинтеза в диагностике огнестрельных ранений груди

Железняк И.С., Акиев Р.М., Кондратова М.Ю.

ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Актуальность. Рентгенологическое исследование в большинстве ситуаций является первым, а в ряде случаев – единственным лучевым методом визуализации у пострадавших с огнестрельными ранениями груди. В этой связи становится актуальным вопрос повышения информативности рентгенодиагностики на основе использования современных методик.

Цель: оценить возможности цифрового томосинтеза (ЦТС) в диагностике огнестрельных ранений груди.

Материал и методы. Обследованы 18 пациентов мужского пола с огнестрельными ранениями груди в возрасте от 19 до 54 лет. Всем пострадавшим выполняли обзорную рентгенографию органов грудной клетки, ЦТС и компьютерную томографию груди. ЦТС проводили при следующих физико-технических условиях: анодное напряжение 95 кВ, анодный ток 80 мА, фокусное расстояние 130 см, угол движения трубки 40°, высота центрального среза 100 мм, область реконструкции 200 мм, толщина среза 1 мм. В связи с тяжестью состояния и ограниченной подвижностью пациентов обзорная рентгенография и ЦТС осуществлялись в щадящем режиме в положении пациента лежа на спине.

Результаты. В 12 (66,7%) наблюдениях применение ЦТС позволило получить клинически значимую информацию в дополнение к данным обзорной рентгенографии. У 1 пациента выявлен пневмоторакс, у 1 – скопление жидкости в плевральной полости, не определяемые при стандартном рентгенологическом исследовании. В 2 случаях при ЦТС определены множественные переломы ребер. У 3 пострадавших уточнена локализация инородных тел, вызывавшая сомнения при обзорной рентгенографии (в легочной ткани, заднем средостении и поперечном отростке четвертого грудного позвонка). В 2 наблюдениях выявлены не определявшиеся при рентгенологическом исследовании инфильтративные изменения

в заднебазальных отделах легких. В 3 случаях достоверно установлен характер фоновых патологических изменений в легких (участки пневмофиброза, метатуберкулезные изменения), неотчетливо отображавшихся на рентгенограммах на фоне жидкости в плевральной полости и травматической инфильтрации легочной ткани. Во всех наблюдениях дополнительные данные, полученные с использованием ЦТС, были подтверждены при компьютерной томографии.

Заключение. ЦТС является высокоинформативной методикой исследования, целенаправленное применение которой значительно расширяет возможности рентгенологического обследования пострадавших с огнестрельными ранениями груди.

Алгоритм применения методов лучевой диагностики при минно-взрывных поражениях конечностей в современном военном конфликте

Фрумен А.Г.¹, Труфанов Г.Е.², Шашкин К.М.^{1,3}, Ситько Е.В.¹

¹ ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», Балашиха

² Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

³ Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва

Актуальность. В современных реалиях военных действий отмечается широкое применение минно-взрывных боеприпасов, при воздействии которых наиболее часто происходит повреждение конечностей. Такой вид ранений имеет комплексный характер с дефектом мягких тканей, повреждением костей, сосудов и нервов конечностей, а также наличием осколков, затрудняющих диагностику. Данные ранения требуют точной и своевременной диагностики, так как являются одной из основных причин снижения годности к военной службе и инвалидизации.

Цель: разработка алгоритма применения методов лучевой диагностики при минно-взрывных поражениях конечностей в современном военном конфликте.

Материал и методы. Проанализированы результаты использования различных методик лучевых исследований (цифровая рентгенография, компьютерная томография (КТ), КТ-ангиография, ультразвуковые исследования (УЗИ) сосудов и нервов конечностей) у 108 раненых со взрывными поражениями конечностей. Разработан определенный алгоритм последовательного применения методов лучевой визуализации в основной группе (83 пациента) на этапе оказания специализированной медицинской помощи. Раненые, которым методики выполнялись по требованию (показаниям) без определенного алгоритма, составили контрольную группу (25 человек).

Результаты. При отсутствии неотложных показаний к выполнению других методов диагностики первым методом лучевой визуализации при поступлении раненого с повреждениями конечностей была классическая цифровая рентгенография. В 50,9% случаев в дополнение к рентгеновскому исследованию потребовалось выполнение других методов визуализации для уточнения характера и объема поражений. При наличии признаков повреждения сосудов применялась методика УЗИ-доплерографии, что позволило оценить расположение, просвет, проходимость, скорость кровотока и состояние стенок сосудов конечностей. При возникновении спорных вопросов по визуализации повреждений костных структур, наличия внутрисуставных переломов, выявленных с помощью классической рентгенографии, и массивного повреждения мягких тканей третьим исследованием была КТ конечностей, которая позволила получить максимум информации. Четвертым методом диагностики при подозрении на повреждение или компрессию нервов и при наличии клинических данных являлось УЗИ нервов. Последним этапом в данном алгоритме стала КТ-ангиография. Такое исследование дополнило результаты, полученные при применении методики УЗИ-доплерографии, и позволило визуализировать сосудистое русло на всем протяжении. КТ-ангиография является методикой окончательной диагностики в оценке изменений сосудов (их повреждение, наличие гематом, псевдоаневризм), по результатам которой принимается решение о хирургическом лечении. Число диагностических ошибок в представленном алгоритме – 7, в группе контроля – 6. В основной группе диагностические ошибки определялись статистически значимо реже, чем в группе контроля (9,63% против 28%; $p=0,01$).

Заключение. Разработанный диагностический алгоритм, а именно последовательное применение рентгенографии – УЗИ-ангиосканирования артерий и вен конечностей – КТ – УЗИ нервов – КТ-ангиографии, позволил получить полную и необходимую диагностическую информацию и значительно уменьшить количество дополнительных исследований, минимизировать лучевое воздействие на раненых, а также способствовал уменьшению диагностических ошибок.

Визуализация центральной нервной системы

Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике нормотензивной гидроцефалии

Богомякова О.Б.¹, Валова Г.С.², Станкевич Ю.А.¹, Тулупов А.А.¹

¹ ФГБУН «Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

² ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

Актуальность. Нормотензивная гидроцефалия (НТГ) – состояние, характеризующееся увеличением желудочков головного мозга и изолированным нарушением ликвородинамики, этиология и патогенез которого до сих пор до конца не определены. Заболеваемость на шестой декаде жизни составляет 3,3 случая на 100 тыс. человек, а после 70 лет она возрастает в 15 раз (49,3 случая на 100 тыс. человек). В настоящее время это единственная форма деменции, поддающаяся коррекции путем вентрикулоперитонеального шунтирования.

Цель: оценить основные магнитно-резонансные характеристики, а также изменения гемо- и ликвородинамики при нормотензивной гидроцефалии по данным фазоконтрастной магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Материал и методы. Исследование выполнено на томографе Ingenia 3.0 T (Philips, Нидерланды). Сформировано три группы: 12 человек с НТГ, 15 пожилых пациентов с атрофической вентрикуломегалией и 15 здоровых добровольцев. По данным рутинной МРТ проведена оценка морфологических изменений ликворной системы, а также определены объемы серого, белого вещества и цереброспинальной жидкости (ЦСЖ). С применением методики фазоконтрастной МРТ определены объемно-скоростные характеристики потоков ЦСЖ и крови на нескольких уровнях. Для количественных показателей рассчитаны медиана, 25% и 75% процентиля, а также интерквартильный размах. Проведена межгрупповая оценка достоверности различий с применением U-критерия Манна–Уитни и непараметрического многомерного дисперсионного анализа.

Результаты. У пациентов с НТГ и атрофической вентрикуломегалией, в отличие от группы контроля, выявлено увеличение размеров боковых и III желудочков ($p < 0,001$), увеличение индекса Эванса более 0,3. У больных с НТГ, в отличие от пациентов с атрофической вентрикуломегалией, отмечено расширение височных рогов боковых желудочков, уменьшение угла передних рогов ($p < 0,01$) и мозолистого угла ($p < 0,05$). По данным МРТ-морфометрии установлено увеличение объема интракраниальной ЦСЖ у пациентов с НТГ и атрофической вентрикуломегалией ($p < 0,001$) и уменьшение объемов серого и белого вещества в сравнении с группой контроля ($p < 0,001$). Анализ количественных характеристик показал в группе пациентов с НТГ на уровне водопровода мозга достоверное увеличение скорости ($p < 0,05$) и объема ($p < 0,01$) ЦСЖ – в 5–6 раз в сравнении с группами контроля и атрофической вентрикуломегалии, при этом наблюдалась инверсия результирующего потока с преобладанием ретроградной составляющей. Ударный объем ЦСЖ на уровне водопровода мозга также был достоверно выше в группе НТГ по сравнению с группами атрофической вентрикуломегалии и контроля: 13,87 [9,06; 18,27] мл, 3,12 [2,05; 3,52] мл и 2,34 [1,81; 3,48] мл соответственно ($p < 0,05$). На уровне большого затылочного отверстия достоверных различий не найдено. Выявлено разнонаправленное изменение объема интракраниального венозного оттока: у пациентов с НТГ – снижение оттока по прямому синусу в 1,4 раза ($p < 0,01$), у больных с атрофической вентрикуломегалией – снижение оттока по верхнему сагитальному синусу в 1,3 раза ($p < 0,05$).

Заключение. Сочетанное использование рутинного протокола и фазоконтрастной МРТ позволило выявить ряд нейровизуализационных, гемо- и ликвородинамических изменений у больных с НТГ в сравнении со здоровыми добровольцами, а также, что особенно важно, с пациентами сопоставимого возраста с заместительной атрофической вентрикуломегалией.

Функциональное исследование головного мозга на основе проведения магнитно-резонансной томографии у пациентов с инсомническими расстройствами

Боршевецкая А.А., Свириев Ю.В., Труфанов Г.Е.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Инсомния оказывает значительное влияние на качество жизни пациентов. Несмотря на прогресс в понимании патофизиологических механизмов данного состояния, возможности его объективной диагностики остаются недостаточно изученными. Настоящее исследование может внести вклад в понимание нейронных механизмов инсомнии, способствовать разработке новых методов диагностики и лечения, а также персонализировать терапевтические подходы для улучшения качества жизни больных с инсомническими расстройствами.

Цель: оценка изменения коннектома головного мозга у пациентов с психофизиологической и парадоксальной инсомнией путем выполнения функциональной магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Материал и методы. В исследовании приняли участие 46 человек, из которых у 31 пациента, обратившегося на прием сомнолога в НМИЦ им. В.А. Алмазова, была диагностирована хроническая инсомния. Всем участникам проводили полное полисомнографическое исследование с использованием аппаратов Embla N 7000 (Natus, США) и SOMNO HD (SOMNOmedics, Германия) в течение одной ночи с оценкой основных характеристик сна по правилам AASM 2.5. Также выполняли МРТ головного мозга на томографах с индукцией магнитного поля 3,0 Тл в двух временных точках. Для обработки полученного материала использовали описательные статистики, критерий Колмогорова–Смирнова, в зависимости от характеристик данных применяли U-критерий Манна–Уитни и χ^2 Пирсона.

Результаты. Продемонстрированы возможности МРТ в получении данных о функциональных связях головного мозга. Обнаруженные изменения в активности различных мозговых областей, косвенно или напрямую участвующих в регуляции сна и бодрствования, согласуются с наиболее распространенными патогенетическими моделями инсомнии, в частности с теорией гиперактивации и моделью реактивности сна к стрессу.

Заключение. Результаты исследования подчеркивают актуальность изучения функциональных изменений головного мозга при инсомнии, открывая новые возможности для более точной диагностики и разработки персонализированных подходов к лечению.

Плексиформные нейрофибромы у пациентов с нейрофиброматозом 1-го типа

Доровских Г.Н.

*БУЗ ОО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 1», Омск
ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Минздрава России, Красноярск*

Актуальность. Нейрофиброматоз 1-го типа (НФ1), или болезнь Реклингхаузена, периферический нейрофиброматоз, – одно из наиболее распространенных наследственных заболеваний центральной нервной системы, которое характеризуется выраженным клиническим полиморфизмом, прогрессирующим течением, полиорганностью поражений и высокой частотой осложнений. У 30–50% больных НФ1 могут появиться плексиформные нейрофибромы. В 85–90% случаев такие опухоли неоперабельны, и более чем в 50% случаев они способны приводить к серьезным осложнениям. Свойственные для НФ1 диффузный характер роста с вовлечением нервных узлов, сплетений и ветвей периферических нервов, высокая васкуляризация и мультифокальное поражение ограничивают возможности хирургического метода лечения, определяя необходимость назначения системной терапии. Поздняя верификация диагноза может стать причиной грубой инвалидизации больных, выбора неверной тактики наблюдения и лечения, что приводит к неблагоприятному прогнозу.

Цель: выявить особенности диагностики, а также основные критерии НФ1 и его осложнения, оценить диагностическую ценность магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ данных 6 пациентов с НФ1 в возрасте от 18 до 22 лет, обратившихся в Городскую клиническую больницу скорой медицинской помощи № 1 г. Омска за период с 2022 по 2025 г. Основными методами диагностики являлись МРТ головного и спинного мозга до и после проведения внутривенного контрастирования (в динамике, с интервалом 1–2 года), диффузионная МРТ всего тела (b-фактор 90 и 800) для более детальной оценки распространения НФ1. Для выполнения МРТ использовали аппарат Magnetom Essenza (Siemens, Германия) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. При постановке диагноза применяли диагностические критерии, рекомендованные Международным комитетом экспертов по НФ от 2021 г. У всех 6 пациентов дебют заболевания был в раннем детском возрасте, в 3% случаев НФ1 являлся врожденным.

Результаты. Заболевание проявлялось множественными нейрофибромами по ходу периферических нервов, которые определялись в виде болезненных округлых узелков в толще кожи и обширных поражений, затрагивающих все отделы позвоночника. Самая крупная экстрадуральная нейрофиброма (22 см в диаметре) была расположена в правой подвздошной области. Опухоли, выявляемые при НФ1, чаще имеют доброкачественный характер и обычно стабильны, без значимой отрицательной динамики в течение нескольких лет. Риск озлокачествления достаточно высок и достигает 10% среди пациентов с НФ1, при этом около 50% случаев возникают на фоне существующих доброкачественных нейрофибром. В ряде случаев диффузный рост, увеличение размеров периферических нервов и оказываемое объемное воздействие на близлежащие структуры сопровождаются выраженным болевым симптомом и жизнеугрожающей симптоматикой. Всем пациентам с НФ1 с большими плексиформными нейрофибромами при подозрении на злокачественную трансформацию была выполнена позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с радиофармпрепаратом флудезоксиглюкозой, которая является наиболее чувствительным и специфичным неинвазивным индикатором возможной злокачественной трансформации НФ1. Мы наблюдали 1 (16%) пациента с прогрессированием и малигнизацией оболочек периферических нервов в злокачественную опухоль, что потребовало хирургического и противоопухолевого лечения. При этом операбельными считаются не более 10–15% больных, что зависит от локализации, сочетания поражений, возможности радикального удаления опухоли.

Заключение. Методы визуальной диагностики (МРТ головного и спинного мозга, диффузионная МРТ всего тела, КТ, ПЭТ/КТ, ультразвуковое исследование) решают основную задачу наблюдения пациентов с НФ1 – выявление, контроль роста и озлокачествления опухолей с целью улучшения прогноза и качества жизни. Подчеркивается значимость выполнения регулярных осмотров специалистами различного профиля и важность мультидисциплинарного подхода. Использование новых технологий позволяет существенно улучшать прогноз и качество жизни пациентов указанной группы.

Амидный протонный перенос в дифференциальной диагностике диффузных астроцитом и олигодендроглиом

Клюев Е.А.¹, Сухова М.Б.^{1,2}, Растеряева М.В.¹, Кухнина Л.С.¹, Зинатуллин Р.Д.¹, Гришин А.С.¹, Остапюк М.В.¹, Медяник И.А.¹, Яшин К.С.¹

¹ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

² ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород

Актуальность. Астроцитомы и олигодендроглиомы в совокупности составляют около половины всех случаев диффузных глиом взрослого типа. Данные опухоли имеют разную чувствительность к лучевой терапии и фармацевтическому лечению. Несмотря на наличие специфических лучевых паттернов, дифференциальная диагностика этих опухолей с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) остается достаточно трудной, и они нередко не отличимы на стандартных изображениях.

Цель: определение возможностей изображений, взвешенных по амидному протонному переносу (АПП-ВИ) в дифференциальной диагностике диффузных астроцитом и олигодендроглиом.

Материал и методы. Обследованы 24 пациента в возрасте от 22 до 71 года с гистологически подтвержденными диффузными астроцитомами и олигодендроглиомами 2–3-й степеней. Протокол МРТ включал стандартные последовательности и АПП-ВИ. Исследование проведено на аппарате Elition 3.0T X (Philips, Нидерланды) с использованием 32-канальной катушки для головы.

Результаты. Получены средние, минимальные и максимальные значения сигнала АПП-ВИ (относительная концентрация свободных амидных групп) в центральных и периферических отделах опухоли, а также в неизменном белом веществе. Кроме того, рассчитан индекс изменения сигнала в опухоли (как отношение разности между значениями сигнала в центральной и периферической частях к их сумме), а также показатель ослабления сигнала (как отношение разности между значениями сигнала в центральной и периферической частях к значению в белом веществе). Различий между абсолютными числовыми показателями сигнала АПП-ВИ не выявлено. Астроцитомы имели более высокий индекс изменения минимальных значений сигнала АПП-ВИ по сравнению с олигодендроглиомами – 0,46 [0,41; 0,61] и 0,27 [0,14; 0,41] соответственно ($p=0,033$ по критерию Манна–Уитни), а также более высокий показатель ослабления минимальных значений сигнала АПП-ВИ – 1,92 [1,04; 3,31] и 0,79 [0,35; 1,85] соответственно ($p=0,014$ по критерию Манна–Уитни).

Заключение. Применение АПП-ВИ позволяет провести дифференциальную диагностику между астроцитомами и олигодендроглиомами 2–3-й степеней.

Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике признаков церебральной микроангиопатии на различных стадиях гипертонической дисциркуляторной энцефалопатии

Моисеев М.Ю.¹, Машин В.В.², Белова Л.А.²

¹ ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва

² ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск

Актуальность. Цереброваскулярные заболевания (ЦВЗ) – одна из наиболее актуальных медико-социальных проблем современной медицины, что связано с их большой распространенностью, высокой смертностью и тяжелыми последствиями. Наиболее значимым модифицируемым фактором риска развития хронических ЦВЗ является артериальная гипертензия, а особое место среди них занимает гипертоническая дисциркуляторная энцефалопатия (ГДЭ). Морфологической основой ГДЭ является микроангиопатия, проявляющаяся изменениями архитектоники интракраниального кровеносного русла и приводящая к структурным изменениям белого вещества головного мозга, визуализируемым на изображении, полученных при магнитно-резонансной томографии (МРТ). Однако до настоящего времени отсутствует описание МРТ-признаков различных стадий ГДЭ.

Цель: определить нейровизуализационные признаки церебральной микроангиопатии на различных стадиях ГДЭ по данным МРТ.

Материал и методы. Обследованы 132 пациента с ГДЭ, разделенные на группы в зависимости от стадии заболевания. Всем больным проводили тщательное клиническо-неврологическое исследование и МРТ головного мозга на аппарате Magnetom Symphony (Siemens, Германия), оснащенный сверхпроводящей магнитной системой с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Оценивали очаговые (с учетом классификации F. Fazekas в модификации Н.Н. Яхно), диффузные (в соответствии с классификацией С. Liu et al.) и атрофические (по шкале А.М. MacLulich – размеры III желудочка и конвексительных ликворных пространств, величина межъядерного показателя) изменения белого вещества головного мозга.

Результаты. Очаговые изменения белого вещества головного мозга (от 0,52 балла на I стадии до 3,47 балла на III стадии ГДЭ) визуализировались у 87,9% больных, с двусторонним расположением очагов – у 79,5%. На I стадии ГДЭ они выявлялись преимущественно в белом веществе лобных долей и располагались субкортикально, на II стадии ГДЭ – в белом веществе лобных и теменных долей субкортикально и перивентрикулярно, а также в подкорковых ядрах и таламусах. Для III стадии ГДЭ характерна локализация очаговых изменений в лобных, теменных, височных, затылочных и островковых долях субкортикально и перивентрикулярно, а также в субтенториальных структурах белого вещества. Диффузные изменения белого вещества головного мозга в виде лейкоареоза (от 0,41 балла на I стадии до 3,62 балла на III стадии ГДЭ) определялись у 87,1% больных с преобладанием заднего лейкоареоза на I стадии (51,4%) и переднего лейкоареоза на II и III стадиях (49,0% и 59,1% соответственно). Атрофические изменения белого вещества обнаруживались в виде расширения периваскулярных пространств (от 0,37 балла на I стадии до 2,88 балла на III стадии ГДЭ) у 75,8% пациентов, увеличение размеров III желудочка (от 4,4 мм на I стадии до 9,2 мм на III стадии ГДЭ) – у 64,4%, расширение конвексительных ликворных пространств (от 4,0 балла на I стадии до 9,8 балла на III стадии ГДЭ) – у 78,0%, нарастание межъядерного показателя (от 10,5% на I стадии до 16,2% на III стадии ГДЭ) – у 52,3%.

Заключение. По мере прогрессирования ГДЭ нарастают признаки церебральной микроангиопатии в виде очаговых и диффузных изменений белого вещества головного мозга, а также изменяется их преобладающая локализация.

Половозрастные характеристики объема головного мозга здоровых добровольцев по данным сегментации T1-взвешенных магнитно-резонансных изображений

Попов В.В., Станкевич Ю.А., Тулупов А.А.

ФГБУН «Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

Актуальность. Сегментация T1-взвешенных изображений (T1-ВИ) в последнее время активно развивается в направлении как более точной оценки морфоструктурных изменений вещества головного мозга

(ГМ) в части сегментирования патологии или отдельных анатомических областей, так и количественного подсчета объемных показателей ГМ. Особую актуальность сегментирование приобретает в контексте персонализированной медицины, развития систем машинного обучения и ранней диагностики нейродегенеративных заболеваний. Однако, несмотря на широкое применение автоматизированных алгоритмов сегментации T1-ВИ в клинической практике и научных исследованиях, ряд фундаментальных проблем остается нерешенным. В частности, требуют уточнения вопросы стандартизации протоколов сегментации, интерпретации получаемых данных, а также разработки нормативных половозрастных показателей для различных популяций.

Цель: изучить половозрастные характеристики объема ГМ по данным сегментации T1-ВИ у здоровых добровольцев.

Материал и методы. Проведено проспективное исследование 80 здоровых лиц без признаков объемно-очаговых патологий ГМ. В соответствии с критериями распределения по возрасту Всемирной организации здравоохранения (2024 г.) сформированы три группы: молодые участники (n=50, 24 женщины, возраст 24 [18; 44] года), участники среднего возраста (n=20, 11 женщин, возраст 52 [45; 59] года), участники пожилого возраста (n=10, 5 женщин, возраст 65 [60; 70] лет). Объем выборки предварительно не рассчитывали. Измерения проводили в Центре коллективного пользования «Масс-спектрометрические исследования» СО РАН с использованием магнитно-резонансного томографа Ingenia 3.0T (Philips, Нидерланды) по рутинному протоколу сканирования (T1-ВИ, T2-ВИ, 3D FLAIR, TOF-MRA). Выполняли сегментацию Turbo Field Echo (3D T1-TFE) (250×250 мм, TR 7,6 мс, TE 3,7 мс, воксел 1×1×2 мм, NSA 2) в программе FSLanat (Basil, Великобритания) с оценкой объема ГМ. Для статистической обработки применяли непараметрические критерии (U-критерий Манна–Уитни), а также однофакторный дисперсионный ANOVA-тест.

Результаты. В молодой группе средний объем ГМ составил у женщин 1065 [946; 1186] см³, у мужчин 1168 [997; 1290] см³; в группе среднего возраста – у женщин 976 [873; 1118] см³, у мужчин 1087 [937; 1237] см³; в группе пожилого возраста – у женщин 902 [873; 969] см³, у мужчин 969 [964; 972] см³. Выявлено, что у мужчин объем ГМ значимо (p<0,001) выше во всех возрастных группах (в среднем на 9–12%), что связано с анатомо-физиологическими половозрастными особенностями и подтверждается данными научной литературы. При оценке возрастной динамики после 45 лет у женщин объем ГМ снижается примерно на 8% (p=0,003), у мужчин – на 7% (p=0,007). Однофакторный ANOVA показал статистически значимые различия в объеме ГМ между возрастными группами (F=18,37; p<0,001), что свидетельствует о сильном влиянии возраста. *Post hoc* тест Тьюки продемонстрировал достоверные различия между всеми основными группами: молодая группа имела значительно больший объем по сравнению с участниками среднего возраста (p=0,003) и пожилыми (p<0,001), а участники среднего возраста – по сравнению с пожилыми (p=0,021). Эти результаты подтверждают постепенное снижение объема ГМ с возрастом, при этом все сравнения оставались значимыми после поправки на множественные сравнения.

Заключение. Изучены половозрастные характеристики объема ГМ у здоровых добровольцев по данным сегментации T1-ВИ с регистрацией достоверного линейного снижения показателей в возрастном ряду «молодая группа – средний возраст – пожилая группа» (p<0,001), со средним уменьшением объема в пределах 8% между молодой группой и средним возрастом, а также на 12,7% между молодыми и пожилыми участниками. Выявлены статистически значимые половые различия (p=0,002): объем ГМ у мужчин в среднем на 9–12% превышал показатели женщин во всех возрастных группах, что соответствует анатомо-физиологическим данным о половом диморфизме.

Применение магнитно-резонансной спектроскопии для оценки метаболических особенностей опухолей головного мозга

Просалова Н.В.¹, Сидорина А.С.², Чернобривцева В.В.¹, Труфанов Г.Е.², Моисеенко В.М.¹, Чубенко В.А.¹

¹ ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) им. Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Первоочередной задачей при очаговых изменениях головного мозга (ГМ) является определение природы поражения, поскольку от этого зависит объем и характер терапии. К сожалению, очень часто схожи не только клинические проявления различных очаговых поражений, но и их сигнальные характеристики на изображениях магнитно-резонансной томографии (МРТ). Дифференцировать рецидив глиомы от

лучевого некроза остается большой проблемой. Стандартной МРТ часто бывает недостаточно. Для решения этих вопросов были внедрены некоторые дополнительные инновационные технологии визуализации, фокусирующиеся на метаболизме и кровотоке, в том числе магнитно-резонансная спектроскопия (МРС). **Цель:** оценить информативность протонной МРС опухолей ГМ различного генеза на основе их метаболических характеристик.

Материал и методы. В исследовании участвовали 50 больных (22 женщины и 28 мужчин, медиана возраста 50,4 года) с МРТ-признаками новообразований ГМ, проходившие обследование и лечение в Санкт-Петербургском клиническом научно-практическом центре специализированных видов медицинской помощи им. Н.П. Напалкова в период 2023–2025 гг. Критериями включения являлись: МРТ-подтверждение опухоли ГМ, гистологическая верификация, возможность проведения МРС ГМ на основании динамики четырех метаболитов (холин, креатин, N-ацетиласпартат, лактат). МРТ и МРС выполняли на томографе с индукцией магнитного поля 3 Тл.

Результаты. Гистологически подтверждены злокачественные новообразования: глиобластома (G4) – 41,2%, метастазы рака легкого – 29,4%, меланомы – 8,8%, рак молочной железы – 11,6%, лимфомы – 5,8%, олигодендроглиома – 5,8%. Для глиом (G4) наблюдалось значительное увеличение пика холина, высокий индекс холин/креатин, пик N-ацетиласпартата и его интегральные значения были значительно ниже пика холина, а индекс холин/N-ацетиласпартат имел высокие значения. Пик лактата и индекс лактат/креатин оказались довольно высокими. Пик N-ацетиласпартата во всех случаях был значительно снижен, особенно в зонах некроза. В МРТ-спектре метастазов отмечались значительное увеличение высоты пика холина, снижение пика креатина и отсутствие пика N-ацетиласпартата. При метастазах, в отличие от глиобластомы, не наблюдалось значимого увеличения индекса холин/креатин в перитуморальной зоне, однако в ткани опухолевого узла его показатели были высокими за счет значительного увеличения пика холина и выраженной депрессии пика N-ацетиласпартата. В МРТ-спектрах лимфомы наблюдались выраженное увеличение пика холина, высокий пик лактата (как при злокачественных глиомах) и значительное снижение пика N-ацетиласпартата. На спектре и изображениях цветного картирования для олигодендроглиом определялось снижение содержания N-ацетиласпартата, незначительное уменьшение содержания креатина, уменьшение соотношения N-ацетиласпартат/креатин, появление лактата, увеличение соотношений холин/креатин и лактат/креатин.

Заключение. Выполнение МРС позволяет оценить метаболические изменения в опухолях ГМ. Анализ пиков метаболитов (холин, креатин, N-ацетиласпартат, лактат) и их соотношений помогает выявлять активную опухолевую ткань, зоны некроза и отека. Цветное параметрическое картирование улучшает визуализацию распределения метаболитов.

Динамика интракраниального объема мозга по данным компьютерной томографии у пациентов в остром периоде разрыва интракраниальных аневризм

Семенцова О.В.¹, Хамидова Л.Т.¹, Полунина Н.А.^{1,2}, Евграфов П.Г.¹, Бахарев Е.Ю.¹

¹ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

Актуальность. Разрыв интракраниальной аневризмы и последующее субарахноидальное кровоизлияние запускают сложные патологические процессы, такие как церебральная атрофия (уменьшение объема мозга), которые можно количественно оценить с помощью компьютерной томографии (КТ). Изучение динамики интракраниального объема (ИКО) в остром периоде на разных этапах лечения крайне важно, так как эти структурные изменения головного мозга (ГМ) достоверно связаны с развитием когнитивного дефицита и функциональных нарушений. Оно позволяет оптимизировать прогнозирование исходов и совершенствовать подход к нейрореабилитации.

Цель: изучение динамики изменений ИКО структур ГМ у пациентов в остром периоде аневризм в разные сроки с момента госпитализации.

Материал и методы. В исследование включены 34 пациента, поступившие в остром периоде разрыва интракраниальных аневризм (до 72 ч с момента разрыва), которым выполнено по три бесконтрастных КТ-сканирования ГМ: при поступлении (1-я выборка), сразу после операции (2-я выборка) и через 7 сут после операции (3-я выборка). Критериями включения являлись: острый период нетравматического субарахноидального кровоизлияния (НСАК), наличие не менее двух КТ-исследований из трех, выполнение

операции клипирования интракраниальной аневризмы в остром периоде. Критериями исключения были отсутствие признаков НСАК на КТ, а также «холодный» период разрыва аневризмы. ИКО сегментировали при помощи предустановленных модулей SwissSkullTripper и SegmentEditor приложения 3D Slicer (версия 5.8.1), принцип действия которых основан на искусственном интеллекте.

Результаты. При сравнении средних значений выявлена закономерность: ИКО снижался после операции с последующим нарастанием через 7 сут выше исходного. На этапе приемного отделения средний объем ГМ у пациентов составил $1421,39 \pm 129,14 \text{ см}^3$, сразу после вмешательства – $1384,81 \pm 119,1 \text{ см}^3$, в динамике через 7 сут – $1450,88 \pm 145,82 \text{ см}^3$. При этом во всех группах имелись выбросы, однако наибольший разброс значений наблюдался через 7 сут после операции: минимальное значение объема ГМ составило $1173,03 \text{ см}^3$, а максимальное – $1755,36 \text{ см}^3$. Выполнен попарный t-тест с поправкой Бонферрони: получено статистически значимое снижение среднего объема ГМ сразу после операции ($t=3,095$; $p=0,015$; $n=25$). Однако различий между выборками в послеоперационном периоде не отмечено (2-я и 3-я выборки: $t=-1,36$; $p=0,56$; $n=21$). Не установлено статистически значимой разницы между средними объемами ГМ до операции и через 7 сут после нее (1-я и 3-я выборки: $t=-1,18$; $p=0,75$; $n=23$). Для исключения влияния врожденных анатомических различий в ИКО у различных участников дополнительно проведен анализ разности значений ИКО в динамике между группами. В среднем после операции объем ГМ статистически значимо снижался на $14,93 \pm 24,12 \text{ см}^3$ (95% доверительный интервал (ДИ) – $24,89 \dots -4,98$; $t=-3,095$; $p=0,0049$). Через 7 сут после вмешательства ИКО увеличивался в среднем на $17,79 \text{ см}^3$ (интерквартильный размах $9,33 \dots 46,44$), разница была статистически незначимой (95% ДИ – $9,43 \dots 45,02$; $t=1,363$; $p=0,19$).

Заключение. В исследовании выявлено статистически значимое снижение ИКО ГМ в раннем послеоперационном периоде, что, вероятно, объясняется декомпрессионным эффектом трепанации черепа и/или дренированием базальных цистерн. Сегментация мозга и подсчет ИКО в динамике могут стать надежным маркером эффективности декомпрессии ГМ после операции, а также потенциально послужить предиктором выполнения повторной декомпрессионной трепанации черепа, поскольку наблюдается тенденция к увеличению ИКО через 7 сут после операции.

Зависимость показателя интракраниального объема головного мозга, полученного путем автоматической сегментации компьютерных томограмм, от возраста у пациентов с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием

Семенцова О.В.¹, Хамидова Л.Т.¹, Полунина Н.А.^{1,2}, Евграфов П.Г.¹, Бахарев Е.Ю.¹

¹ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

Актуальность. У больных старшей возрастной группы, перенесших нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние (НСАК) вследствие разрыва церебральных аневризм, достоверно выше риск развития симптомного церебрального вазоспазма и ишемии мозга, а также дизрезорбтивной гидроцефалии, требующей оперативного шунтирующего вмешательства. Это определяет необходимость более тщательного мониторинга и профилактики осложнений именно в данной когорте. Существует потребность в изучении способов количественной оценки головного мозга на основе данных компьютерной томографии (КТ).

Цель: оценить влияние фактора возраста пациентов, поступающих в остром периоде НСАК, на динамику значений интракраниального объема (ИКО) мозга в до- и послеоперационном периодах.

Материал и методы. Проспективно сформирована выборка пациентов ($n=34$), поступивших в течение 72 ч от проявления клинических признаков НСАК. Больные были разделены по возрасту на группы: 1-я группа – молодые пациенты до 44 лет ($n=12$), 2-я группа – пациенты в возрасте от 45 до 59 лет ($n=12$), 3-я группа – пожилые пациенты в возрасте от 60 до 74 лет ($n=10$). Каждому больному выполняли комплекс КТ-исследований в рамках диагностики состояния паренхимы мозга и послеоперационного контроля, включающий бесконтрастную КТ головного мозга и КТ-перфузию (данные позволяют получить КТ-ангиографию интракраниальных сосудов). Исследования проводили трижды: при поступлении (п/п), сразу после операции (п/о) и через 7 сут после операции. Данные нативной КТ обработаны при помощи приложения 3D Slicer (версия 5.8.1), проводилась полуавтоматическая сегментация на основе технологий искусственного интеллекта и подсчет ИКО.

Результаты. Получены средние значения ИКО на каждом этапе госпитализации для каждой возрастной группы: 1-я группа – п/п $1485,6 \pm 132$ см³, п/о $1468,4 \pm 108$ см³, через 7 сут $1496,9 \pm 142$ см³; 2-я группа – п/п $1389,5 \pm 143$ см³, п/о $1378,9 \pm 152$ см³, через 7 сут $1406,2 \pm 155$ см³; 3-я группа – п/п $1403,1 \pm 138$ см³, п/о $1372,1 \pm 145$ см³, через 7 сут $1430,6 \pm 133$ см³. У молодых пациентов объем мозга в среднем выше, чем у других групп на всех этапах госпитализации. У больных до 59 лет (1-я и 2-я группы) наблюдается схожая динамика изменений объема – снижение после операции и восстановление к исходным значениям через 7 сут. У пожилых (3-я группа) отмечается уменьшение ИКО п/о с последующим выраженным ростом через 7 сут до значений, превышающих исходные. При проведении теста ANOVA для повторных изменений выявлены статистически значимые различия по значениям ИКО как между самими этапами ($p=0,008$), так и в динамике в разных возрастных группах ($p=0,043$). При сравнении динамики между группами на каждом этапе с помощью t-теста подтверждена статистически значимая разница в изменениях ИКО в 1-й и 3-й группах (п/п $p=0,032$; п/о $p=0,018$; через 7 сут $p=0,009$). При этом наибольшие статистически значимые различия определялись через 7 сут п/о.

Заключение. Полученные результаты подтверждают различия в динамике ИКО в п/о периоде у молодых и пожилых пациентов. Больные старше 60 лет подвержены большему нарастанию ИКО через 7 сут п/о, что, вероятно, связано с более частым появлением у данной группы признаков отсроченной церебральной ишемии по данным нейровизуализации и отека мозга по показателю ИКО.

Многовоксельная протонная магнитно-резонансная спектроскопия в исследовании перифокальной зоны высокозлокачественных глиом головного мозга

Сидорина А.С.¹, Просалова Н.В.², Рыжков А.В.¹, Труфанов Г.Е.¹, Прокудин М.Ю.³, Мартынов Б.В.³

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) им. Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург

³ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Актуальность. Высокозлокачественные глиомы представляют собой агрессивные первичные новообразования головного мозга, характеризующиеся инфильтративным ростом и неблагоприятным прогнозом. Ключевой проблемой в их диагностике и лечении является точное определение границ опухолевой ткани, которая часто распространяется за пределы зоны, видимой при стандартной магнитно-резонансной томографии (МРТ) с контрастным усилением. Перифокальная область, окружающая опухоль, может содержать инфильтрированные опухолевые клетки, что обуславливает важность ее метаболической оценки для планирования хирургического вмешательства и лучевой терапии. Протонная магнитно-резонансная спектроскопия (¹H-MPC) позволяет оценить метаболические изменения в опухолевой ткани и перифокальной зоне путем анализа метаболитов. Комплексный метаболический анализ с применением многовоксельной ¹H-MPC повышает точность диагностики и способствует оптимизации лечения пациентов с высокозлокачественными глиомами.

Цель: исследование метаболических изменений с помощью многовоксельной ¹H-MPC в опухолевом очаге, перифокальной области и неизменной мозговой ткани у пациентов с высокозлокачественными глиомами.

Материал и методы. В исследование включены 15 пациентов в возрасте от 55 до 60 лет с высокозлокачественными глиомами. Использован стандартный протокол МРТ с контрастным усилением (0,2 ммоль/кг) и дополнительная методика – многовоксельная ¹H-MPC на сканере Magnetom Vida (Siemens, Германия) с индукцией магнитного поля 3 Тл и специализированной головной катушкой.

Результаты. При метаболическом анализе выявлены метаболиты, включая основные (холин, креатин, N-ацетиласпартат, лактат, мио-инозитол, глутамат) и дополнительные (ацетат, глутатион, гамма-аминомасляная кислота) с доминированием липидов. Проведение спектрального анализа позволило выявить значительные изменения уровней холина, креатина, N-ацетиласпартата, лактата и липидов в кистозно-солидной опухолевой ткани и перифокальной зоне по сравнению с интактной тканью. В опухоли и прилегающих областях зафиксировано резкое повышение холина (маркера клеточной пролиферации) на фоне снижения N-ацетиласпартата (нейронального маркера) и креатина, что подтверждается изменением ключевых соотношений: индексы N-ацетиласпартат/холин и N-ацетиласпартат/креатин уменьшены, а холин/N-ацетиласпартат и холин/креатин увеличены в разы. Повышенные уровни лактата и липидов

в опухолевой ткани указывают на гипоксию и некроз. Оценку проводили по спектроскопическим кривым с использованием одиночного вокселя в зонах интереса (опухоль, перифокальная зона, здоровая ткань). Соотношение холин/N-ацетиласпартат, отражающее баланс между пролиферацией и нейрональной сохранностью, подтвердило злокачественный характер изменений. Гистологическая верификация показала: 5 случаев астроцитомы 4-й степени (IDH-мутация), 4 случая глиобластомы 4-й степени (IDH-wt), 6 случаев олигодендроглиомы 3-й степени (IDH1-мутация + 1p/19q коделеция).

Заключение. Метод ^1H -МРС позволяет получить ценные данные о метаболических процессах как в опухолевой ткани, так и в перифокальных областях при глиальных новообразованиях. Количественный анализ изменений концентрации метаболитов и их соотношений обеспечивает комплексную оценку не только собственно опухолевого очага, но и прилежащих структур, что имеет большое диагностическое значение.

Корреляционный анализ морфометрических изменений головного мозга у пациентов с различными формами рассеянного склероза

Турчинская И.А., Ефимцев А.Ю., Труфанов Г.Е.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Рассеянный склероз (РС) – хроническое аутоиммунное заболевание центральной нервной системы, сопровождающееся демиелинизацией, аксональной дегенерацией и в последующем атрофией вещества головного мозга (ГМ). Особое значение в современной неврологической практике приобретают исследования, направленные на выявление взаимосвязей между морфометрическими характеристиками ГМ и клинико-функциональным состоянием пациентов с РС. Применение автоматизированных методов количественной оценки при проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ), таких как платформа volBrain, позволяет объективно зафиксировать объемные изменения различных структур ГМ, в том числе серого и белого вещества. Сопоставление этих данных с результатами функционального и когнитивного тестирования пациентов с различными типами течения РС дает углубленное понимание патофизиологических механизмов заболевания и расширяет потенциал МРТ как инструмента клинического мониторинга и оценки прогрессирования.

Цель: установить характер и степень взаимосвязи между объемными характеристиками структур ГМ и клинико-функциональными параметрами у пациентов с ремиттирующим и прогрессирующим типами течения РС на основании корреляционного анализа морфометрических данных.

Материал и методы. В исследование включены 38 пациентов с верифицированным диагнозом РС в возрасте от 22 до 67 лет. Участники были разделены на две равные группы (по 19 человек): с ремиттирующим и прогрессирующим течением заболевания. МРТ ГМ выполняли на высокопольном томографе с индукцией магнитного поля 3 Тл с применением протокола, включающего импульсные последовательности T2-взвешенных изображений, T2 TIRM и T1-MPRAGE. Морфометрическую оценку осуществляли с использованием платформы volBrain, обеспечивающей автоматическую сегментацию и количественную оценку объемов структур ГМ. Рассматривали клинико-функциональные параметры: степень инвалидизации по расширенной шкале EDSS, выраженность усталости по шкале FSS, когнитивные функции по Монреальской когнитивной шкале (MoCA), а также результаты 25-футового теста ходьбы (T25FW) и 9-кольшкового теста (9HPT). Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента Спирмена, визуализацию результатов выполняли в виде корреляционных матриц.

Результаты. У пациентов с прогрессирующим типом РС наблюдалось достоверное снижение общего объема ГМ, серого вещества полушарий, а также структур мозжечка по сравнению с группой с ремиттирующим течением заболевания ($p < 0,05$). Однако именно данные корреляционного анализа позволили более детально отразить патофизиологические особенности различных форм течения РС. В группе с ремиттирующим РС отрицательная корреляция установлена между возрастом и объемом ГМ ($r = -0,591$), а также между длительностью заболевания и объемом теменной доли ($r = -0,546$). Степень инвалидизации по шкале EDSS достоверно обратно коррелировала с объемом серого вещества ($r = -0,543$), белого вещества ($r = -0,561$), а также теменной доли ($r = -0,571$), что указывает на прогрессирующую атрофию при нарастании функционального дефицита. Результаты T25FW положительно коррелировали с результатами 9HPT ($r = 0,647$) и отрицательно – с объемом белого вещества ($r = -0,518$). Связь между уровнем утомляемости по шкале FSS и объемами мозжечковых структур носила положительный характер (до $r = 0,594$), что может отражать компенсаторные нейрофизиологические механизмы. У пациентов с прогрессирующим типом течения РС корреляционные связи были более выраженными. Продолжительность заболевания демонстрировала значимые обратные корреляции с объемами серого вещества коры ($r = -0,654$),

гиппокампа ($r=-0,471$), хвостатого ядра ($r=-0,488$) и таламуса ($r=-0,667$), что отражает нарастающую нейродегенерацию. Баллы по шкале EDSS положительно коррелировали с ухудшением двигательных функций – T25FW ($r=0,517$), 9HPT (до $r=0,650$), – а также с объемом лобной доли ($r=0,560$), что, возможно, связано с компенсаторными механизмами на ранних стадиях. Объемы мозжечка и его белого вещества положительно коррелировали с результатами MoCA (до $r=0,502$), что подтверждает участие мозжечковых структур в когнитивной сфере.

Заключение. Результаты проведенного корреляционного анализа демонстрируют значимую связь между морфометрическими характеристиками ГМ и клинико-функциональными показателями у пациентов с РС. Установлены различия в структуре корреляционных связей между группами с различными формами течения заболевания. Наиболее выраженные корреляции у пациентов с прогрессирующим РС подтверждают ведущую роль серого и подкоркового вещества (включая таламус, гиппокамп и мозжечок) в патогенезе прогрессирующей нейродегенерации. Полученные данные свидетельствуют о диагностической и прогностической значимости МРТ-морфометрии и обосновывают ее применение как дополнительного инструмента в мониторинге заболевания и оценке эффективности терапии у пациентов с РС.

Визуализация сердечно-сосудистой системы

Инструментальные методы визуализации в диагностике внутрибольничного инсульта у пациентов с заболеваниями сердца и сосудов

Аймагамбетова Ж.М., Даутов Т.Б., Ахметов А.У.

Корпоративный фонд University Medical Center, Департамент радиологии и ядерной медицины, Астана

Актуальность. Инсульт остается одной из ведущих причин смертности и инвалидизации в мире. По данным глобальных исследований, в 2021 г. зарегистрировано около 11,9 млн новых случаев инсульта, а общее число людей, живущих с его последствиями, составило 93,8 млн человек. Внутрибольничный инсульт является тяжелым осложнением у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, приводящим к высокой летальности, инвалидизации и увеличению сроков госпитализации. Рост числа пациентов с сердечно-сосудистой патологией, увеличение объемов хирургических вмешательств и старение населения усиливают актуальность изучения возможности компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике внутрибольничного инсульта.

Цель: изучить возможности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и МРТ в диагностике внутрибольничного инсульта у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Материал и методы. В отделении радиологии КФ “УМС” в период с октября 2011 г. по июнь 2024 г. МСКТ и МРТ головного мозга были проведены у 612 стационарных пациентов с подозрением на внутрибольничный инсульт. У 487 (79%) больных (316 (64,8%) мужского пола и 171 (35,2%) женского пола, возраст от 1 мес до 95 лет) диагноз подтвердился. МСКТ выполняли 258 (52,9%) пациентам, МРТ – 168 (34,5%), обе процедуры прошел 61 (12,6%) больной. Пациенты с внебольничным инсультом, инсультом в результате травмы или опухоли были исключены из исследования. Для МСКТ использовали аппарат Somatom Definition AS 64 (Siemens, Германия), для МРТ – MagnetomAvanto 1.5T (Siemens, Германия). Постпроцессинговую обработку осуществляли на рабочих станциях Multy Modality, SingoVia и iNtuition.

Результаты. Среди 487 проанализированных пациентов у 402 (82,5%) выявлен острый ишемический инсульт, у 85 (17,5%) – геморрагический инсульт (внутричерепное кровоизлияние – 48 (56,4%), субдуральная гематома – 16 (18,8%), субарахноидальное кровоизлияние – 19 (22,5%), эпидуральная гематома – 2 (2,3%)). Внутрибольничный инсульт диагностирован в возрасте от 1 мес до 10 лет у 73 (14,9%) детей с врожденными пороками сердца, а пик заболеваемости отмечен у пациентов 61–70 лет (29,9%). Основные клинические диагнозы: ишемическая болезнь сердца (32,9%), заболевания клапанного аппарата сердца (22,5%), кардиомиопатии (13,7%), нарушение ритма сердца (8,5%), инфекционный эндокардит (4,3%) и другие (18,1%). Изолированное поражение долей головного мозга при остром ишемическом инсульте развилось у 116 (23,8%) больных: в теменной доле – у 51 (44,6%), в височной – у 23 (20,5%), в затылочной – у 17 (15,2%), в лобной – у 14 (12,6%), в мозжечке – у 8 (7,1%). У большинства пациентов наблюдалось множественное поражение долей головного мозга – 371 (76,2%) случаев. Ультразвуковую доплерографию брахиоцефальных сосудов проводили 360 (73,9%) больным, из них гемодинамически значимые стенозы диагностированы у 121 (33,7%). Виллизиев круг изучен при помощи МРТ- и КТ-ангио-

графии у 216 (44,4%) пациентов, из них у 61 (28,4%) он был замкнут, у 155 (71,6%) – не замкнут. В послеоперационном периоде и после различных манипуляций на 5–6-е сутки у 385 (79,2%) пациентов развился внутрибольничный инсульт. Число неоперированных больных с внутрибольничным инсультом достигло 102 (20,8%).

Заключение. МСКТ является методом выбора в диагностике внутрибольничного инсульта, тогда как МРТ остается дополнительным методом диагностики для углубленного изучения причин его развития.

Структурные изменения митрального клапана при его аритмогенном пролапсе по данным магнитно-резонансной томографии

Евдокимова Л.С.¹, Ицкович И.Э.¹, Розенгауз Е.В.^{1,2}, Козачёк О.О.³

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Аритмогенный пролапс митрального клапана (АПМК) – это симптомокомплекс, проявляющийся сочетанием пролапса митрального клапана (ПМК) с частыми и/или сложными желудочковыми аритмиями при отсутствии какого-либо другого четко определенного аритмогенного субстрата. Одним из основных визуальных симптомов АПМК является митральная аннулярная дизъюнкция (МАД), при которой отмечается разделение места крепления створки клапана и предсердия с миокардом левого желудочка. Возможности магнитно-резонансной томографии (МРТ) в оценке структур митрального клапана изучены недостаточно.

Цель: изучить структурные изменения митрального клапана при АПМК по данным МРТ-визуализации.

Материал и методы. Исследование проведено на базе СЗГМУ им. И.И. Мечникова на основании комплексного обследования 76 пациентов. В основную группу вошли 50 больных с объективными клиническими и визуализационными признаками, характеризующими АПМК согласно определению Европейского общества сердечного ритма (EHRA) от 2022 г.: 20 (40,0%) мужчин, 30 (60,0%) женщин, средний возраст $44,26 \pm 14,05$ года (95% доверительный интервал (ДИ) 40,27–48,25). Контрольную группу составили 26 пациентов с ПМК без нарушений сердечного ритма: 14 мужчин (53,8%), 12 (46,2%) женщин, средний возраст $43,42 \pm 13,51$ года (95% ДИ 37,96–48,88). Проанализированы данные МРТ с прицельной посрезовой оценкой митрального клапана.

Результаты. При морфометрическом анализе митрального клапана обнаружены статистически достоверные отличия между группами. В основной группе выявлены более длинные ($p=0,005$) и утолщенные ($p=0,012$) задние створки, утолщенные передние створки ($p=0,001$); высота пролапса на уровне задней створки ($p=0,002$), площадь пролапса ($p<0,001$), максимальный ($p=0,010$) и минимальный ($p<0,001$) систолические диаметры фиброзного кольца преобладали по сравнению с контрольной группой. МАД на уровне задней створки в основной группе отмечена у 46 (92%) пациентов, в контрольной – у 5 (19,2%) ($p<0,001$), МАД на уровне передней створки – у 35 (70,0%) и 7 (26,9%) соответственно ($p<0,001$). Базальное систолическое скручивание констатировано при наличии смещения митрального кольца книзу и впереди в конце систолы. Систолическое скручивание выявлено у 34 (68,0%) обследованных в основной группе и у 2 (7,7%) в контрольной группе ($p<0,001$).

Заключение. МРТ сердца является эффективным методом выявления структурных изменений митрального клапана с аритмогенным пролапсом. Получены статистически достоверные отличия строения клапана, частоты МАД и базального систолического скручивания у пациентов с АПМК по сравнению с пролапсом без аритмий.

Фиброзные изменения миокарда при аритмогенном пролапсе митрального клапана по данным магнитно-резонансной томографии

Евдокимова Л.С.¹, Ицкович И.Э.¹, Розенгауз Е.В.^{1,2}, Козачёк О.О.³

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Актуальность. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является единственным неинвазивным методом диагностики фиброзных изменений миокарда при аритмогенном пролапсе митрального клапана (АПМК) – сочетании пролапса митрального клапана (ПМК) с частыми и/или сложными желудочковыми аритмиями при отсутствии какого-либо другого четко определенного аритмогенного субстрата. Наличие участков контрастирования миокарда в отсроченную фазу у пациентов с АПМК указывает на тяжелые нарушения сердечного ритма и повышение риска внезапной сердечной смерти.

Цель: изучить фиброзные изменения миокарда при АПМК по данным МРТ-визуализации.

Материал и методы. Исследование проведено на базе СЗГМУ им. И.И. Мечникова на основании комплексного обследования 76 пациентов, разделенных на две группы. В основную группу включены 50 пациентов (20 (40,0%) мужчин, 30 (60,0%) женщин, средний возраст 44,26±14,05 года (95% доверительный интервал (ДИ) 40,27–48,25)) с объективными клиническими и визуализационными признаками, характеризующими АПМК согласно определению Европейского общества сердечного ритма (EHRA) от 2022 г. Контрольную группу составили 26 больных (14 мужчин (53,8%), 12 (46,2%) женщин, средний возраст 43,42±13,51 года (95% ДИ 37,96–48,88)) с ПМК без нарушений сердечного ритма. Проанализированы данные МРТ сердца с внутривенным контрастированием.

Результаты. В основной группе фиброзные изменения обнаруживали достоверно чаще, чем в контрольной – 29 (58%) против 6 (23,1%) случаев ($p < 0,004$). Получены статистически достоверные различия между группами по локализации фиброза в нижнем базальном (S4) ($p = 0,045$) и заднебоковом базальном (S5) ($p < 0,001$) сегментах. У всех обследованных в основной группе наблюдали неишемический паттерн накопления контрастного препарата. Преобладающими вариантами фиброза в основной группе стали интрамуральный фиброз в сегменте S5, который отмечен у 18 (36,0%) пациентов ($p = 0,004$), и интрамуральный фиброз в сегменте S4, обнаруженный у 8 (16,0%) больных ($p = 0,045$). Шансы отсутствия фиброза в S5 в контрольной группе выше в 19,643 раза по сравнению с основной, различия шансов статистически значимы (95% ДИ 0,006–0,406). При анализе массы фиброза установлено ее преобладание в основной группе: медиана 0,90 против 0,35 г, межквартильный размах 0,60–1,20 против 0,30–0,62 ($p = 0,008$).

Заключение. У пациентов с АПМК статистически достоверно чаще обнаруживался неишемический фиброз в нижнем базальном и заднебоковом базальном сегментах по сравнению с пролапсом без аритмий.

Применение радиомического анализа бесконтрастных магнитно-резонансных изображений сердца для выявления областей постинфарктного кардиосклероза и жизнеспособного миокарда

**Максимова А.С.¹, Саматов Д.С.^{1,2}, Листратов А.И.^{1,3}, Мерзликин Б.С.²,
Шелковникова Т.А.¹, Андреев С.Л.¹, Завадовский К.В.¹**

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск

² ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск

³ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет», Томск

Актуальность. На сегодняшний день совершенствование методов лечения острого инфаркта миокарда приводит к повышению выживаемости пациентов, что неизбежно сопровождается ростом частоты выявления дисфункции левого желудочка, а также увеличением распространенности ишемической кардиомиопатии (ИКМП). Традиционные методы визуализации, несмотря на их ценность, часто не позволяют учесть гетерогенность структурных и функциональных патологических изменений при ИКМП. Эти ограничения обуславливают необходимость применения современных аналитических методов и поиск новых технологий, таких как радиомический анализ.

Цель: изучить информативность моделей машинного обучения, основанных на радиомических показателях бесконтрастных изображений магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца в кинорежиме, для дифференцировки участков постинфарктного кардиосклероза и интактного миокарда у пациентов с ИКМП.

Материал и методы. В исследование включены 88 пациентов с ИКМП, которым на этапе предоперационной подготовки выполняли МРТ сердца с контрастированием. Радиомический анализ применяли

к бесконтрастным изображениям МРТ в кинорежиме. Все изображения сегментировали с использованием программного обеспечения 3D Slicer (версия 5.2.2), радиомические признаки извлекали с помощью модуля SlicerRadiomics. Текстурному анализу было подвергнуто 176 участков изображений МРТ сердца в кинорежиме, для каждого из которых определяли по 107 текстурных характеристик. Применяли следующие алгоритмы машинного обучения: алгоритм случайного леса (Random Forest), алгоритм на основе логистической регрессии (Lasso-регуляризация), алгоритмы градиентного бустинга (XGBoost, CatBoost) с отбором и без отбора признаков. Производительность алгоритмов оценивали с помощью показателя площади под кривой (area under curve, AUC). Статистическую обработку данных и построение моделей машинного обучения проводили на языке программирования Python.

Результаты. На этапе предобработки построены диаграммы коллинеарности признаков, выявлены признаки с нулевой важностью и установлена важность признаков. Кроме того, оценена кумулятивная важность признаков в зависимости от их общего количества, определены параметры с наименьшей значимостью. Показано, что 34 признака не вносят вклада в суммарную значимость. В результате применения Lasso-регуляризации отобраны 10 наиболее информативных показателей: 3 признака формы (Maximum2DDiameterColumn, Maximum2DDiameterRow, Sphericity), 2 признака первого порядка (InterquartileRange, Kurtosis) и 5 текстурных характеристик (GLCM – JointAverage, MCC (Maximal Correlation Coefficient), SumAverage, GLDM – DependenceNonUniformityNormalized, GLSZM – LargeAreaEmphasis). Наряду с моделью логистической регрессии (AUC 0,83) алгоритм градиентного бустинга CatBoost продемонстрировал высокую производительность (AUC 0,8), при этом применение отбора признаков способствовало улучшению всех используемых в исследовании моделей с наивысшими результатами в CatBoost (AUC 0,83). Алгоритм случайного леса показал менее надежные результаты по сравнению с другими моделями и может рассматриваться как дополнительный метод при необходимости интерпретации признаков.

Заключение. Радиомический анализ изображений МРТ сердца в кинорежиме обеспечивает точную дифференцировку участков постинфарктного кардиосклероза и интактной ткани у пациентов с ИКМП, что открывает перспективы его использования в качестве альтернативы традиционным методам отсроченного контрастирования. Логистическая регрессия обладает наивысшей информативностью и диагностической точностью в дифференцировке рубцовых изменений миокарда левого желудочка и жизнеспособной стенки. Применение моделей машинного обучения, созданных на основе радиомического анализа бесконтрастных изображений, обладает рядом преимуществ за счет снижения затрат, времени сканирования и, как результат, повышения доступности и расширения клинической применимости МРТ сердца.

Мультимодальный подход в диагностике артериита Kawasaki

Малов А.А.^{1,2}, Хайртдинова К.Ш.¹

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань

² ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан», Казань

Актуальность. Синдром Kawasaki (СК) – это системный васкулит, поражающий преимущественно детей до 5 лет. Особую опасность представляют коронарные аневризмы, развивающиеся у 15–25% нелеченых пациентов и способные приводить к инфаркту миокарда и внезапной сердечной смерти. Внедрение внутривенного иммуноглобулина снизило частоту этого осложнения до 3–5%, однако у 10% больных наблюдается резистентность к терапии. Рост атипичных форм и появление мультисистемного воспалительного синдрома у детей, ассоциированного с COVID-19, повышают значимость точной и своевременной диагностики.

Цель: определение роли и места методов визуализации в диагностике СК и его осложнений у детей, изучение их информативности.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ данных 16 пациентов с диагнозом СК (средний возраст 3,5±1,8 года) за трехлетний период (с 1 января 2022 г.). Эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование выполняли на ультразвуковом сканере Epiq 7 (Philips, Нидерланды) с применением датчиков S5-1 (1–5 МГц) и S8-3 (3–8 МГц), оценивали диаметр коронарных артерий и характеристики кровотока. Компьютерную томографическую (КТ) ангиографию проводили на 640-срезовом томографе Aquilion ONE (Canon, Япония) с болюсным введением контрастного вещества и электрокардиографической синхронизацией. При подозрении на сопутствующий миокардит отдельным пациентам проводили магнитно-резонансную томографию (МРТ) сердца на аппарате Aera 1.5T (Siemens, Германия), включавшую получение T1- и T2-взвешенных изображений, а также оценку позднего контрастного усиления миокарда после внутривенного контрастирования.

Результаты. ЭхоКГ выполнена всем 16 пациентам, КТ-ангиография – 7, МРТ сердца – 5. Первичное ЭхоКГ-обследование выявило отсутствие дилатации коронарных артерий у 5 (31,3%) больных, изолированное расширение правой коронарной артерии – у 1 (6,3%), левой коронарной артерии – у 3 (18,8%), сочетанное двустороннее поражение – у 6 (37,5%), при этом мультифокальный характер поражения отмечен в 3 (18,8%) случаях. На момент первичной диагностики зарегистрировано 21 аневризматическое расширение, включая 11 (52,4%) аневризм среднего размера и 10 (47,6%) малого размера. Динамическое наблюдение продемонстрировало стабильность размеров средних аневризм в 6 (54,5%) наблюдениях, их полный регресс – в 2 (18,2%), уменьшение до малых размеров – в 1 (9,1%). Среди малых аневризм отмечена стабильность в 5 (50%) случаях, полный регресс – в 1 (10%), прогрессирование до средних размеров – в 1 (10%). Сравнительный анализ данных ЭхоКГ и КТ-ангиографии выявил у 1 пациента расхождение в классификации размеров аневризмы, в остальных случаях наблюдалась полная корреляция. Результаты КТ-ангиографии позволили определить дополнительные изменения: в 1 случае диагностировано anomальное отхождение правой коронарной артерии с пристеночным тромбозом, при этом КТ-ангиография продемонстрировала значительное расхождение в оценке протяженности аневризмы (20,6 мм по данным КТ против 8,5 мм по ЭхоКГ). В другом наблюдении КТ визуализировала пристеночный кальцинат, не выявленный при ультразвуковом исследовании. У 1 пациента по данным МРТ верифицирован миокардит, а именно проявления дилатации левого желудочка и снижение сократительной функции, а также признаки отека по T2 TIRM и отсроченное накопление парамагнитного контрастного вещества характерного некоронарного паттерна.

Заключение. ЭхоКГ остается методом выбора в остром периоде в силу раннего возраста детей. КТ-ангиография наиболее информативна для оценки дистальных отделов коронарных артерий и выявления осложнений (тромбозов, кальциноза, стеноза), МРТ сердца – для диагностики сочетанного воспалительного процесса. Оптимальная диагностическая стратегия направлена на диагностику и динамическое наблюдение выявленных изменений и должна основываться на рациональном сочетании этих методов с учетом фазы заболевания и возраста.

Структура атеросклеротической бляшки и фракционный резерв кровотока: анализ данных МСКТ-коронарографии

Мальцева А.Н., Калиновский А.В., Дашеева А.С., Завадовский К.В.

Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск

Актуальность. Ишемическая болезнь сердца продолжает оставаться ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире. Фракционный резерв кровотока (ФРК) признан «золотым стандартом» для оценки гемодинамической значимости коронарных стенозов. Мультиспиральная компьютерная томография – коронарография (МСКТ-КГ) представляет собой современный неинвазивный метод диагностики атеросклероза, позволяющий оценивать помимо степени стенозирования коронарного русла показатели объема и бремени атеросклеротических бляшек (АБ). Однако взаимосвязь между значениями ФРК и количественными параметрами АБ, полученными с помощью МСКТ-КГ, ранее не анализировалась. **Цель:** изучить взаимосвязь между количественными МСКТ-характеристиками структуры АБ и ФРК у пациентов с различной степенью атеросклеротического поражения коронарного русла.

Материал и методы. В исследование включены 79 пациентов (47 мужчин, средний возраст 57,7±8,7 года) с симптомами стабильной стенокардии и/или одышкой, которым выполнена МСКТ-КГ. Помимо оценки степени стенозирования проведен количественный анализ структуры АБ с определением их объема и бремени – как общих, так и по отдельным структурным компонентам: мягкотканному (МТК), фибрино-жировому (ФЖК), фиброзному (ФК), кальцифицированному (КК). ФРК измеряли во всех сосудистых регионах коронарного русла по данным МСКТ-КГ (КТ-ФРК) с использованием программного обеспечения DeepVessel FFR (Keya Medical Technology, Китай). Исследования МСКТ-КГ выполняли на 64-срезовых компьютерных томографах Discovery NM/CT 570C и Revolution Evo (GE, США) по единому протоколу.

Результаты. В зависимости от степени поражения коронарного русла пациенты были разделены на две группы: 1-я группа (n=61) – необструктивное атеросклеротическое поражение коронарных артерий, стенозы <50%; 2-я группа (n=18) – обструктивное атеросклеротическое поражение коронарных артерий, стенозы ≥50%. Во 2-й группе КТ-характеристики структуры АБ были статистически значимо выше (p<0,05), чем в 1-й группе: АБ – общий объем 88,9 мм³ (40,4; 194,4) и 278,6 мм³ (179,5; 492,9), бремя 3,5% (1,7; 7,6) и 11,3% (7,0; 16,7) соответственно; МТК – общий объем 2,6 мм³ (0,0; 10,5) и 30,5 мм³ (13,5; 67,5), бремя 0,1% (0,0; 0,4) и 1,1% (0,7; 2,1); ФЖК – общий объем 31,3 мм³ (15,1; 73,0) и 101,5 мм³ (68,9; 194,1),

бремя 1,4% (0,4; 2,7) и 4,1% (1,9; 9,8); ФК – общий объем 43,0 мм³ (15,9; 78,2) и 103,0 мм³ (53,4; 178,2), бремя 1,7% (0,7; 3,1) и 4,7% (3,1; 6,1); КК – общий объем 9,5 мм³ (0,0; 26,5) и 16,4 мм³ (9,0; 62,8), бремя 0,3% (0,0; 1,1) и 1,0% (0,4; 3,0). При корреляционном анализе КТ-ФРК имел отрицательные взаимосвязи с количественными КТ-характеристиками структуры АБ ($p < 0,05$): с общим объемом ($p = -0,47$) и бременем ($p = -0,54$) АБ, объемом ($p = -0,44$) и бременем ($p = -0,49$) МТК, объемом ($p = -0,42$) и бременем ($p = -0,47$) ФЖК, объемом ($p = -0,41$) и бременем ($p = -0,47$) ФК, объемом ($p = -0,52$) и бременем ($p = -0,54$) КК. Эти данные подтверждают, что анатомическая степень стеноза и его гемодинамическая значимость зависят от объема и бремени АБ: с увеличением данных показателей снижается значение КТ-ФРК в соответствующем сосудистом регионе.

Заключение. КТ-ФРК имеет отрицательные взаимосвязи с количественными КТ-характеристиками структуры АБ по данным МСКТ-коронарографии. В перспективе комбинированная оценка структуры АБ и КТ-ФРК может повысить точность диагностики атеросклеротического поражения коронарного русла и улучшить стратификацию риска ишемической болезни сердца.

Радиомические характеристики коронарного кальция и состояние миокардиального кровотока при необструктивном атеросклеротическом поражении коронарных артерий

Мальцева А.Н., Таскаев И.А., Дашеева А.С., Мочула А.В., Завадовский К.В.

Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск

Актуальность. За последние несколько лет появились данные, что у пациентов с необструктивным атеросклеротическим поражением коронарных артерий (НАПКА) существует значительный риск неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, что требует тщательной оценки и поиска новых методов стратификации риска. Количественная оценка коронарного кальция (КК) по методу Агатстона с помощью мультиспиральной компьютерной томографии – коронарографии (МСКТ-КГ) входит в международные рекомендации и помогает прогнозировать риск. Одним из перспективных подходов к биомедицинской визуализации, способных предоставить новую информацию о КК, является радиомика. Однако взаимосвязь между радиомическими характеристиками КК и миокардиальным кровотоком (МК) у пациентов с НАПКА ранее не анализировалась.

Цель: изучить взаимосвязь между радиомическими характеристиками КК и МК у пациентов с НАПКА.

Материал и методы. В исследование включены 34 пациента (23 мужчины, средний возраст 59,0±9,6 года) с симптомами стабильной стенокардии и/или одышкой и НАПКА (стенозы <50%) по данным МСКТ-КГ. Для оценки КК использовали кальциевый индекс (КИ) по методу Агатстона и объемный кальциевый показатель (ОКП). Всем пациентам выполняли динамическую однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ) миокарда с оценкой количественных показателей: МК при нагрузке (стресс-МК), МК в покое, резерв МК (РМК), ΔМК. МСКТ-КГ и динамическую ОФЭКТ миокарда проводили на гибридном компьютерном томографе, оснащенный КТ-частью с 64 рядами детекторов и ОФЭКТ-частью с высокочувствительными полупроводниковыми кадмий-цинк-теллуридовыми детекторами. Дополнительно радиомические характеристики КК извлекали с использованием модуля PyRadiomics в программном обеспечении 3D Slicer 5.7.0.

Результаты. В зависимости от значения стресс-МК пациенты были разделены на две группы: 1-я группа ($n=19$) – со сниженным стресс-МК (<1,5 мл/мин/г), 2-я группа ($n=15$) – с нормальным стресс-МК ($\geq 1,5$ мл/мин/г). Определение КИ не показало значимых различий между группами – 62,0 (44,0; 246,0) и 39,0 (17,0; 102,0) ед. соответственно, тогда как у пациентов со сниженным стресс-МК показатель ОКП был значительно выше: 30,0 (17,0; 90,0) мм³ и 12,0 (4,0; 28,0) мм³ соответственно. При корреляционном анализе стресс-МК имел отрицательные взаимосвязи с радиомическими характеристиками КК: первого порядка – Firstorder-Energy ($p = -0,37$), Firstorder-TotalEnergy ($p = -0,39$); формы – Shape-VoxelVolume ($p = -0,39$), Shape-MeshVolume ($p = -0,42$); объема – Voxel count ($p = -0,37$); текстуры – Glcm-Idn ($p = -0,43$), Glcm-Idmn ($p = -0,44$), Glszm-SizeZoneNonUniformity ($p = -0,37$), Glszm-ZoneEntropy ($p = -0,40$), Glrlm-RunLengthNonUniformity ($p = -0,37$), Gldm-DependenceEntropy ($p = -0,38$), что сильнее, чем взаимосвязь с КИ ($p = -0,37$). При этом РМК также имел отрицательные взаимосвязи с радиомическими характеристиками КК: 1-го порядка – Firstorder-Minimum ($p = -0,40$); формы – Shape-Sphericity ($p = -0,40$), Shape-MeshVolume ($p = -0,39$), Shape-MajorAxisLength ($p = -0,39$), Shape-MinorAxisLength ($p = -0,41$), Shape-Maximum3DDiameter ($p = -0,42$); текстуры – Glrlm-RunLengthNonUniformity ($p = -0,39$), Glrlm-GrayLevelNonUniformity ($p = -0,44$), Glcm-Idmn ($p = -0,39$), Glszm-ZoneEntropy ($p = -0,39$), Glszm-GrayLevelNonUniformity ($p = -0,42$), Gldm-GrayLevelNonUniformity ($p = -0,43$), что сильнее, чем взаимо-

связь с КИ ($p=-0,37$) и ОКП ($p=-0,39$). На основании этих данных можно предположить, что некоторые текстурные особенности КК обладают большим потенциалом в качестве предикторов изменения МК, чем КИ по методу Агатстона.

Заключение. Стресс-МК и РМК имеют значимые отрицательные взаимосвязи с радиомическими характеристиками КК. Этот подход предлагает новый и потенциально более эффективный метод оценки влияния КК на МК у пациентов с НАПКА по сравнению с КИ по методу Агатстона.

Анализ информативности магнитно-резонансной томографии в диагностике воронкообразной деформации грудной клетки и компрессионных изменений сердца

Музафарова Г.С.¹, Вишнякова М.В.², Кузьмичев В.А.¹, Гацуцын В.В.³

¹ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт (МОНКИ) им. М.Ф. Владимирского», Москва

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва

³ ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

Актуальность. Магнитно-резонансная томография (МРТ) чаще других методов визуализации применяется для подтверждения факта наличия воронкообразной деформации грудной клетки (ВДГК), а также для оценки компрессионных изменений сердца на этом уровне.

Цель: прицельная предоперационная оценка ВДГК по данным МРТ.

Материал и методы. Проведена ретроспективная оценка результатов МРТ органов грудной клетки у 38 пациентов (30 мужчин, 8 женщин, средний возраст $19,9 \pm 9,0$ года). МРТ сердца выполняли на аппарате Optima MR450w GEM 1.5T (GE, США) с использованием импульсных последовательностей 2D-FIESTA-C с электрокардиографической синхронизацией и функциональной оценкой состояния левого и правого желудочков. Получены параметры, необходимые для дальнейшего оперативного лечения пациентов по поводу ВДГК, – индекс Галлера, индекс коррекции, угол ротации грудины. Проведена статистическая обработка полученных данных, включавшая поиск взаимосвязи между индексом Галлера, индексом коррекции, углом ротации грудины и фракцией выброса правого желудочка (ФВПЖ).

Результаты. В 92% случаев у пациентов выявлена умеренная и тяжелая ВДГК. При поиске взаимосвязи между значениями индекса Галлера и ФВПЖ не получено статистически значимой корреляции Пирсона ($p=0,777$ для ФВПЖ на вдохе и $p=0,798$ для ФВПЖ на выдохе). Средний показатель ФВПЖ составил 46%. Статистически значимой связи между индексом Галлера и углом ротации грудины не установлено ($p=0,9489$). При статистическом анализе по мере увеличения индекса Галлера (степени деформации органов грудной клетки) наблюдалось повышение индекса коррекции ($p<0,05$). Значения угла ротации грудины, потребовавшие модификации оперативного вмешательства (более 15°), отмечены у 44,7% пациентов.

Заключение. МРТ – высокоинформативный метод диагностики при ВДГК: без лучевой нагрузки и с возможностью подробной предоперационной оценки патологических изменений. Получены данные о наличии корреляции между значениями индекса Галлера и индекса коррекции ($p<0,05$). Кроме того, по данным МРТ выявлено уменьшение ФВПЖ.

Гемодинамические показатели при медикаментозной урежающей ритм терапии у коморбидных больных

Позднякова Н.В., Денисова А.Г.

Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Пенза

Актуальность. Клиническое понимание синтропии хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и коронарной болезни сердца крайне важно не только для улучшения диагностики с целью выявления высоковероятного коморбидного заболевания, но и, в первую очередь, для проведения профилактических и лечебных мероприятий, направленных на снижение риска фатальных состояний, в дополнение к стандартным программам лечения. Снижение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в адекватных пределах без отрицательного влияния на инотропную функцию, атриовентрикулярную проводимость

при достаточном антиангинальном и антиишемическом эффекте – особенно актуальная задача в медикаментозном лечении коморбидных больных. Наряду с этим возникает потребность в коррекции факторов, определяющих электрическую нестабильность сердца, – поздние потенциалы желудочков (ППЖ), вариабельность ритма сердца (ВРС), дисперсия интервала Q–T (QTd).

Цель: оценить эффективность терапии ивабрадином на основании комплексного анализа клинических и функциональных показателей у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) и ХОБЛ при сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка.

Материал и методы. В рандомизированное контролируемое исследование длительностью 9 мес включены 60 пациентов со стабильной стенокардией напряжения II–III функциональных классов (средний возраст $54,6 \pm 7,8$ года). Всем больным проводили общеклиническое обследование, включая электрокардиографию (ЭКГ), эхокардиографию, 6-минутный тест с физической нагрузкой, холтеровское мониторирование ЭКГ, исследование функции внешнего дыхания, пульсоксиметрию, сигнал-усредненную ЭКГ с выделением ППЖ, спектральный и временной анализ ВРС, оценку QTd. В основной группе ($n=26$) на фоне стандартной терапии (нитраты, антиагреганты, М-холинолитики) назначен ивабрадин в дозе 7,5–10 мг, в группе сравнения ($n=34$) – стандартная терапия (нитраты, антиагреганты, М-холинолитики).

Результаты. Получена корреляционная связь нарушения диастолической функции правого желудочка с показателем бронхиальной обструкции: между E'/A' фиброзного кольца трикуспидального клапана и объемом форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) ($r=0,67$; $p<0,03$). Отмечена отрицательная корреляционная связь между средним давлением в легочной артерии и жизненной емкостью легких ($r=-0,64$; $p<0,01$), ОФВ1 ($r=-0,53$; $p<0,05$). Снижение ОФВ1 $<40\%$ выявлено у 45 (75%) больных, во всех наблюдениях отмечены признаки легочной гипертензии. Суточная продолжительность эпизодов ишемической депрессии ST-сегмента у пациентов основной группы была выше, чем в группе сравнения ($44,6 \pm 3,1$ против $32,4 \pm 3,8$ мин), чаще регистрировались эпизоды безболевого ишемии миокарда (73,1% против 47,0%). В основной группе на фоне терапии ивабрадином отмечено достоверное снижение ЧСС (на $17,4 \pm 3,5$ уд/мин) при увеличении толерантности к физической нагрузке, улучшении диастолической функции левого желудочка (увеличение E'/A' от 0,55 до 0,74) и правого желудочка (увеличение E'/A' от 0,49 до 0,76) ($p<0,05$), а также изменение амплитуды смещения трикуспидального фиброзного кольца от $15 \pm 0,18$ до $19 \pm 0,16$ мм. Исходно систолодиастолический индекс миокардиальной функции левого желудочка незначительно преобладал в основной группе ($0,45 \pm 0,05$ против $0,37 \pm 0,04$; $p<0,05$). Влияние If-ингибитора ивабрадина на систолическую функцию левого желудочка при курсовой терапии проявлялось в достоверном снижении конечного систолического объема на 14% и увеличении фракции выброса на 9,6%. Количественный анализ сигнал-усредненной ЭКГ при динамическом наблюдении в основной группе показал уменьшение продолжительности фильтрованного комплекса QRS от $122,4 \pm 1,2$ до $109,4 \pm 1,3$ мс, продолжительности низкоамплитудных сигналов в конце фильтрованного комплекса от $43,2 \pm 2,1$ до $23,3 \pm 2,4$ мс ($p<0,05$); частота регистрации ППЖ уменьшилась от 38,5% до 11,5%. В группе сравнения по истечении 9 мес частота ППЖ достоверно не изменилась и составила 17,6% (исходно – 20,6%). На фоне терапии ивабрадином регистрировали увеличение стандартного отклонения интервалов N–N (SDNN) от $25,3 \pm 1,6$ до $37,3 \pm 2,9$ мс при явной тенденции к повышению среднеквадратичного значения последовательных различий (rMSSD), изменению соотношения низких и высоких частот в спектральных показателях ВРС, значение QTd уменьшилось от $57,3 \pm 2,4$ до $39,4 \pm 1,8$ мс ($p<0,05$).

Заключение. Терапия ивабрадином при достоверном снижении ЧСС способствовала повышению толерантности к физической нагрузке, улучшению гемодинамических показателей. Восстановление функции ишемизированного миокарда при такой терапии привело к изменению электрофизиологической гетерогенности миокарда: уменьшению QTd и частоты ППЖ, увеличению доли парасимпатического влияния, повышению SDNN, rMSSD. Способность ивабрадина улучшать функциональное состояние миокарда и степень его электрической неомогенности у больных ИБС в сочетании с ХОБЛ является одним из определяющих факторов в выборе терапии на длительный срок при наличии коморбидной патологии.

Популяционное исследование аневризмы грудной аорты и расширения легочного ствола в г. Москве с применением искусственного интеллекта

Соловьёв А.В.^{1,2}, Сеницын В.Е.^{1,3}, Соколова М.В.¹

¹ ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

² ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Актуальность. Сердечно-сосудистые заболевания являются ведущей причиной смертности в мире. В частности, легочная гипертензия и аневризмы грудной аорты представляют значительную угрозу, часто оставаясь бессимптомными до развития осложнений. В России эпидемиологические данные по этим патологиям ограничены, что затрудняет своевременную диагностику и профилактику.

Цель: изучить распространенность расширения легочного ствола и грудной аорты среди населения г. Москвы по данным компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки (ОГК), используя технологии искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизированного анализа.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ КТ ОГК без контрастного усиления, выполненных в рамках московского проекта по применению ИИ в лучевой диагностике. В исследование включены данные 125 878 пациентов для изучения дилатации легочного ствола и 227 149 пациентов для анализа патологического расширения грудной аорты. Автоматический анализ проводили с помощью пяти отечественных ИИ-сервисов, способных измерять диаметры сосудов и выявлять патологические признаки.

Результаты. Распространенность расширения легочного ствола среди населения г. Москвы составила 794,7 случая на 100 тыс. человек. У 43 242 (34,4%) обследованных обнаружены признаки дилатации. Частота патологии возрастала с возрастом, достигая 62,7% у пожилых пациентов. Мужчины оказались несколько более подвержены данной патологии по сравнению с женщинами. Распространенность аневризм грудной аорты составила 12,4 случая на 100 тыс. человек. У 30 134 (13,3%) пациентов выявлена дилатация аорты, у 1613 (0,8%) – аневризма. Частота встречаемости патологии увеличивалась с возрастом, причем у мужчин чаще встречались аневризмы нисходящей аорты, тогда как у женщин – восходящей. Тщательный мониторинг точности пяти отечественных ИИ-сервисов стал важной частью исследования. Проверка на 1680 КТ ОГК показала, что при выявлении аневризм грудной аорты чувствительность алгоритмов достигала 100%, специфичность – 98–100%. Для диагностики расширения легочного ствола чувствительность составляла от 87% до 100%, специфичность – от 98% до 100%.

Заключение. Популяционные исследования позволили впервые оценить распространенность расширения легочного ствола и грудной аорты в г. Москве. Полученные данные подчеркивают необходимость внедрения оппортунистического скрининга данных патологий с использованием ИИ. Это позволит своевременно выявлять группы риска и предотвращать развитие тяжелых осложнений.

Роль измерения деформации миокарда по данным магнитно-резонансной томографии у пациентов с некомпактным миокардом левого желудочка: определение субклинического нарушения сократимости

Филатова Д.А.¹, Мершина Е.А.¹, Гагарина Е.В.^{1,2}, Мясников Р.П.², Куликова О.В.², Мешков А.Н.², Киселева А.В.², Сеницын В.Е.¹

¹ Медицинский научно-образовательный институт ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва

Актуальность. Некомпактный миокард левого желудочка (НКМЛЖ) – это фенотипический вариант строения миокарда, при котором отмечается формирование двух слоев: компактного и некомпактного. У пациентов с НКМЛЖ может постепенно развиваться сократительная дисфункция, приводящая к сердечной недостаточности. Повышенная трабекулярность левого желудочка (ЛЖ) может встречаться как в норме, так и при ряде других заболеваний – например, при дилатационной кардиомиопатии (ДКМП). В некоторых случаях их дифференциальная диагностика затруднена.

Цель: изучение показателей деформации у пациентов с НКМЛЖ с сохранной фракцией выброса ЛЖ (ФВЛЖ) по сравнению с пациентами с ДКМП и здоровыми лицами.

Материал и методы. В обсервационное многоцентровое ретроспективное исследование включены 112 пациентов, которым проведена магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с внутривенным контрастированием. Участники были разделены на три группы: 16 больных с НКМЛЖ и сохранной ФВЛЖ (средний возраст 37,8±13,8 года, 9 мужчин), 45 пациентов с ДКМП и умеренной дилатацией ЛЖ (ФВЛЖ 35–55%) (45,6±14,8 года, 29 мужчин) и 51 человек без патологических изменений сердца по данным МРТ (37,7±13 года, 31 мужчина). При анализе полученного материала использовали метод построения ROC-кривых с расчетом площади под кривой (area under curve, AUC).

Результаты. Группа НКМЛЖ с сохранной ФВЛЖ и группа нормы различались только по показателям некомпактного миокарда (индексированная масса папиллярных мышц, соотношение массы миокарда

ЛЖ и массы мышц). Группы ДКМП и нормы / ДКМП и НКМЛЖ с сохранной ФВЛЖ различались по всем стандартным показателям. При анализе значений деформации у пациентов с НКМЛЖ выявлено снижение глобальной деформации, а также продольной деформации в средних и апикальных сегментах (10, 12–14) по сравнению с нормой, снижение радиальной деформации в большинстве сегментов (1, 4–16), снижение циркулярной деформации в средних и апикальных сегментах (6, 7, 10–12, 14). Оптимальные значения AUC для дифференциальной диагностики НКМЛЖ и ДКМП получены для глобальных значений деформации: AUC для продольной деформации – 0,83, для радиальной – 0,968, для циркулярной – 0,931. Оптимальные значения AUC для дифференциальной диагностики НКМЛЖ и нормы определены для глобальных значений деформации (AUC для продольной деформации – 0,968, для радиальной – 0,999, для циркулярной – 0,996), а также для сегментарной деформации (AUC для продольной деформации в 15-м сегменте – 0,964, для радиальной в 5-м сегменте – 0,995, для циркулярной в 9-м сегменте – 0,985). **Заключение.** Измерение показателей деформации миокарда по данным МРТ может служить ценным диагностическим инструментом выявления ранних нарушений сократимости у пациентов с НКМЛЖ и сохранной ФВЛЖ, что может повлиять на тактику лечения.

Лучевая диагностика врожденного порока сердца на клиническом примере

Чумакина Е.Е., Инкина Е.В., Гаспарян Р.А., Маслова Н.П.

ГБУ РО «Областная детская клиническая больница», Ростов-на-Дону

Цель: проанализировать диагностику врожденного порока сердца на примере клинического случая ребенка 6 мес.

Материал и методы. Пациент в возрасте 6 мес поступил на обследование в кардиохирургическое отделение ГБУ РО ОДКБ в июне 2025 г. с жалобами на одышку при физических нагрузках, цианоз носогубного треугольника. Пренатально порок сердца выявлен не был. На эхокардиографии (ЭхоКГ) в 3 мес по месту жительства определены коарктация аорты, открытый аортальный проток. Обследования выполнены на ультразвуковом аппарате экспертного класса Epiq 5 (Philips, Нидерланды) с использованием конвексного датчика С9-2, а также на компьютерном томографе Somatom Drive 2×128 (Siemens, Германия).

Результаты. На ЭхоКГ выявлены: открытый аортальный проток (2–3 мм), двустворчатый аортальный клапан, стеноз аортального клапана, коарктация аорты, гипертрофия миокарда левого желудочка, функционирующее овальное окно. По данным компьютерной томографии: гипертрофия миокарда левого желудочка до 11 мм, стеноз аортального клапана до 6,5 мм с постстенотическим расширением восходящей аорты до 16 мм. В проекции перешейка аорты сужение до 4 мм. Брахиоцефальный ствол и левая общая сонная артерия выходят единым устьем. Застойные явления легочной ткани с двух сторон. По результатам проведенного обследования выставлен заключительный диагноз: врожденный порок сердца, коарктация аорты, двустворчатый аортальный клапан, стеноз аортального клапана, функционирующее овальное окно. Благодаря указанным методам диагностики ребенок вовремя получил всю необходимую помощь, включая дальнейшее оперативное лечение.

Заключение. Представленный клинический случай показывает, что многостороннее диагностическое обследование сердца у детей позволяет наиболее точно верифицировать диагноз и оказать своевременную помощь.

Диагностика тетрады Фалло на примере клинического случая

Чумакина Е.Е., Инкина Е.В., Гаспарян Р.А., Маслова Н.П.

ГБУ РО «Областная детская клиническая больница», Ростов-на-Дону

Цель: проанализировать комплексную диагностику тетрады Фалло на примере клинического случая ребенка 3 мес.

Материал и методы. Пациент в возрасте 3 мес поступил на обследование в кардиохирургическое отделение ГБУ РО ОДКБ в мае 2025 г. с жалобами на одышку, стридорное дыхание, посинение носогубного треугольника, акроцианоз, поперхивание. Порок сердца был диагностирован пренатально на 20-й неделе беременности. Обследования выполнены на ультразвуковом аппарате экспертного класса Epiq 5 (Philips, Нидерланды) с использованием конвексного датчика С9-2, а также на компьютерном томографе Somatom Drive 2×128 (Siemens, Германия).

Результаты. При проведении эхокардиографии (ЭхоКГ) выявлены нерестриктивный подаортальный дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) размером 6 мм, сброс право-левым, а также подклапанный, клапанный и надклапанный стеноз легочной артерии, гипоплазия ствола легочной артерии, гипертрофия правого желудочка, функционирующее овальное окно. По данным компьютерной томографии: ДМЖП размером 6 мм, выводной тракт правого желудочка 3 мм. Легочная артерия отходит от правого желудочка диаметром 4,5 мм, над клапаном 5 мм, ствол на уровне бифуркации ствола легочной артерии 4 мм, правая легочная артерия 6 мм, левая легочная артерия 3 мм, дистальнее 4 мм. Двойная дуга аорты. Открытый артериальный проток четко не дифференцируется, трахея и пищевод сдавлены. На основании клинико-диагностического комплекса выставлен диагноз: врожденный порок сердца, тетрада Фалло, двойная дуга аорты, сосудистое кольцо, сдавление трахеи и пищевода. Все указанные действия облегчили планирование дальнейшего оперативного лечения пациента.

Заключение. Лучевая визуализация является важнейшим методом диагностики врожденных пороков сердца ввиду своей малоинвазивности и высокой информативности.

Компьютерная томография с подсчетом фотонов в кардиологии: обзор литературы (2023–2025 гг.)

Шериев С.Р.^{1,2}, Савкина Е.А.¹, Фокин В.А.¹, Труфанов Г.Е.¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² АО «КардиоКлиника», Санкт-Петербург

Цель: оценить перспективы и текущие возможности клинического применения технологии компьютерной томографии (КТ) с детектором прямого подсчета фотонов (photon counting computed tomography, PCCT) в кардиологической визуализации, включая оценку коронарных артерий, кальция, стенозов, перфузии и тканевых изменений миокарда.

Материал и методы. Проведен анализ публикаций за 2023–2025 гг., в том числе систематических обзоров и оригинальных исследований, посвященных применению PCCT в кардиологии. Рассмотрены преимущества метода по сравнению с классической КТ с энергоинтегрирующим детектором (energy integrating detector computed tomography, EIDCT), возможности клинического применения, а также ограничения и перспективы внедрения.

Результаты. PCCT обеспечивает более точную оценку коронарного просвета при выраженном кальцинозе, снижая переоценку стенозов, что потенциально уменьшает потребность в инвазивной коронарографии. Исследования демонстрируют, что виртуальные моноэнергетические реконструкции (55–65 кэВ) повышают визуализацию бляшек и точность стратификации стенозов по сравнению с результатами EIDCT. Применение режима ультравысокоразрешающей КТ и резких ядер реконструкции обеспечивает четкое изображение просвета и адекватную оценку стеноза внутри стенозов. В проспективных исследованиях чувствительность PCCT при выявлении рестеноза составила до 100%, специфичность – до 87%, что выше, чем при инвазивной коронарографии. Благодаря спектральной информации PCCT позволяет оценивать перфузию миокарда, зону позднего накопления контраста, изменения внеклеточного объема, а также строить виртуальные карты йода. Это помогает проводить комплексную диагностику ишемической болезни сердца и миокардиопатий в рамках одного исследования (концепция одного окна – one stop shop). Также открывается возможность раннего обнаружения сосудистого воспаления до образования атеросклеротических бляшек, стратификации риска при ишемической болезни сердца за счет выявления субклинических изменений в структуре периваскулярной жировой ткани. Одно из ключевых преимуществ PCCT – возможность существенного снижения лучевой нагрузки и объема контрастного препарата без потери качества изображений. В исследованиях установлено снижение дозы на 30–60% и объема контраста на 40%, что особенно важно у пациентов с хронической болезнью почек и при повторных обследованиях. Основные ограничения исследований связаны с высокой стоимостью оборудования, необходимостью стандартизации протоколов и ограниченной доступностью сканеров. Широкому внедрению метода PCCT также препятствует недостаток крупных многоцентровых клинических исследований, однако накопленные данные подтверждают клиническую значимость технологии.

Заключение. PCCT является перспективным направлением развития кардиологической визуализации. Преимущества метода включают повышение пространственного и контрастного разрешения, сниженную лучевую нагрузку, более точную оценку стенозов при кальцинозе и стентах, возможность комплексной анатомофункциональной диагностики. Для стандартизации методики, оценки влияния на клинические исходы, внедрения в рутинную практику необходимы дальнейшие клинические исследования.