

ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ МЯГКОТКАНЫХ СТРУКТУР КОЛЕННОГО СУСТАВА

Г.М. МАРДИЕВА, О.А. ХАМИДОВ, Д.Ж. ЯКУБОВ, М.И. ОЛЛАБЕРГАНОВ

Самаркандский Государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, г. Самарканд

ТИЗЗА БУҒИМИ ЮМШОҚ ТЎҚИМАЛАРИНИНГ ЖАРОҲАТЛАРИДА НУРЛИ ДИАГНОСТИКАНИНГ ИМКОНИЯТЛАРИ

Г.М. МАРДИЕВА, О.А. ХАМИДОВ, Д.Ж. ЯКУБОВ, М.И. ОЛЛАБЕРГАНОВ

Самарканд Давлат медицина институти, Ўзбекистон Республикаси, Самарканд ш.

POSSIBILITIES OF RADIATION RESEARCH METHODS FOR DAMAGES OF SOFT WOVEN STRUCTURES OF THE KNEE JOINT

G.M. MARDIEVA, O.A. KHAMIDOV, D.J. YAKUBOV, M.I. OLLABERGANOV

Samarkand State Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Samarkand

Повреждения коленного сустава представляют серьезную проблему клинической медицины, так как являются довольно частой причиной потери трудоспособности и инвалидизации [4, 8, 21]. Коленный сустав вовлекается в патологический процесс при самых различных заболеваниях - деформирующем остеоартрозе, ревматоидном артрите, серонегативных спондилоартритах, микрокристаллических артропатиях, хондроматозе, травмах. Травмы коленного сустава занимают одно из первых мест среди всех случаев патологии опорно-двигательной системы, а от 43% до 80% случаев приходится на повреждения его связочного аппарата [4, 5, 8]. В связи с особенностями анатомического строения коленного сустава его мягкотканые структуры повреждаются чаще, чем костные составляющие. Повреждения связочного аппарата занимают первое место и составляют до 50% среди травм коленного сустава, до 24% повреждений нижней конечности. Застарелые повреждения хряща, менисков и крестообразных связок, которые регистрируют с частотой, достигающей 79%, являются причиной развития дегенеративно-дистрофических изменений в коленном суставе [2]. Дегенеративно-воспалительные заболевания суставов являются частой причиной стойкой потери трудоспособности населения различных возрастных групп. Остеоартроз - самое частое заболевание суставов, наблюдающееся у 10-20% взрослого населения.

Наиболее информативным методом определения патологических изменений внутрисуставных структур коленного сустава является **артроскопия**. Проводя непосредственную визуализацию, пальпацию и оценку функции вовлеченных в патологический процесс структур можно установить связи между конкретными повреждениями и их клиническими проявлениями и получить наиболее достоверную информацию [21]. Однако артроскопия с целью лечения повреждений коленного сустава выполняется лишь у 20% пациентов, а с диагностической целью - крайне редко.

Современные ревматологическая и ортопедическая службы немыслимы без комплексного

использования различных методов лучевой визуализации и всецело опираются на них в вопросах диагностики и классификации заболеваний суставов. Все структурные элементы суставов доступны исследованию различными методами с различной степенью информативности. Умение клинициста получать максимум требуемой информации адекватными средствами инструментальной диагностики - одно из основных требований современной медицины [13, 24].

Инструментальная диагностика острой патологии, хронических заболеваний коленного сустава должна включать рентгенографию, УЗИ, МРТ, реже и по особым показаниям РКТ и артроскопию, имеющие различную значимость на разных этапах диагностического поиска. С усовершенствованием имеющихся методик лучевой визуализации, появлением новых технологий, аппаратного обеспечения становится актуальной проблема рационального использования каждого из методов в диагностических алгоритмах. Современная комплексная диагностика патологических процессов в коленном суставе вовсе не предполагает обязательного использования всего арсенала диагностических методов. Квалифицированный врач в каждом конкретном случае определяет объем диагностических мероприятий, рациональность и последовательность методов, которые позволят получить максимально полную информацию за минимально короткие сроки.

Практически потеряли диагностическое значение ввиду редкого использования и низкой специфичности такие методы, как контрастное рентгенологическое исследование коленного сустава с использованием йодсодержащих препаратов, тепловидение, инфракрасное излучение с использованием жидких кристаллов холестериновой основы и некоторые другие [13].

Наиболее традиционным и распространенным методом лучевой диагностики заболеваний коленного сустава остается **рентгенография** в двух проекциях. Общепринятые критерии диагностики травматической патологии кости, определения стадии деформирующего артроза и по

настоящее время включают в качестве обязательного компонента данные стандартной рентгенографии сустава [13, 19]. Рентгенологическое исследование позволяет характеризовать структуру, форму, размеры, целостность костных структур, топографо-анатомическое соотношение эпифизов, метафизов, диафизов костей, состояние суставной щели, обладает высокой чувствительностью в выявлении субхондрального склероза и остеофитов [1, 19]. Основным ограничением рентгенографии является низкая чувствительность к мягкотканым структурам сустава, связкам, суставному хрящу, параартикулярным и параоссальным мягким тканям. При локализации процесса в пателлофemorальной области возможности рентгенографии также ограничены. К тому же рентгенография оказывает определенную лучевую нагрузку на пациента, особенно при полипроекционных и многократных контрольных исследованиях [1, 13].

КТ- неинвазивный высокочувствительный метод, позволяющий получить аксиальное изображение коленного сустава, в ряде случаев с последующей трехмерной (3D) реконструкцией, наблюдать патологические изменения в мягких тканях. КТ позволяет выявлять крупные скопления жидкости в суставе, периартикулярные кисты, другие параартикулярные, параоссальные образования [13, 28]. Новейшие технические достижения в области современной КТ, в частности использование мультidetекторной КТ (МДКТ), ознаменовали наступление фактически новой эпохи в диагностике суставной патологии, МДКТ обладает гораздо большим пространственным разрешением и позволяет проводить исследование у пациентов после металлопротезирования, причем за рекордно короткое время [17], МДКТ-сканеры позволяют делать срезы толщиной до 0,5 мм, формируя кубические объемы, доступные для исследования в различных проекциях, без потери качества изображения в отличие от реконструированных изображений КТ или МРТ. Широкие возможности использования МДКТ имеются у пациентов после металлопротезирования, причем как мелких металлических фиксаторов и якорей, так и крупных протезов. Проведение МРТ этим пациентам противопоказано. Превосходные результаты получены при использовании МДКТ-артрографии, особенно у пациентов после внутрисуставных оперативных вмешательств, проведение МРТ которым также противопоказано [17]. При использовании йодсодержащих контрастных препаратов становится возможным определение патологии менисков и суставного хряща, что было традиционно недоступно для обычной КТ.

Однако КТ не позволяет оптимально оценить степень поражения мягких тканей, синовиальной оболочки, фиброзных структур, не дает

прямого изображения суставного хряща из-за недостаточного мягкотканого контрастирования. Важным отрицательным эффектом КТ является лучевая нагрузка на организм [13].

Радиоизотопные исследования играют важную роль в исследовании костносуставной системы благодаря оценке изменения метаболизма костной ткани при различных патологических состояниях [26]. Сцинтиграфия может являться объективным и информативным методом оценки эффективности проводимой терапии. Как правило, речь идет об использовании метиленидифосфоната (MDP) и гидроксиметиленидифосфоната (HDP), меченных технецием (^{99m}Tc), и исследованиях с помощью однофотонных эмиссионных томографов (SPECT) с возможностью трехмерной реконструкции изображения. Безусловно, большие надежды возлагаются на позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ) с ^{18}F -FDG, особенно в ортопедической онкологии.

ПЭТ позволяет определить выраженность лейкоцитарной инфильтрации по меченым лейкоцитам (например, при синовиальной воспалительной реакции у больных ревматоидным артритом) и провести количественную оценку степени воспалительной реакции во всех суставах организма, в то время как возможности МРТ ограничены одним суставом [14, 18].

МРТ традиционно используется для диагностики хрящевой патологии. Детальное изучение гиалинового хряща на T1- и T2-взвешенных изображениях (T1ВИ и T2ВИ соответственно) затруднительно, так как на T1ВИ структура хряща определяется достаточно отчетливо, но поверхность хряща не дифференцируется от внутрисуставной жидкости, а на T2ВИ многие компоненты хряща определяются неудовлетворительно. Однако в современных системах разработаны и внедрены режимы со специальной оптимизацией изображения гиалинового хряща. Так, на МТС (Magnetization transfer contrast) изображениях структуры хряща четко дифференцируются от внутрисуставной жидкости. Подавление жирового сигнала используется практически во всех костно-суставных исследованиях для дифференциации внутрисуставной жидкости. Fat-suppressed FSEPDW, SPGR и fat-suppressed FSET2BH позволяют оценить структуру гиалинового хряща более точно, чем артроскопические градации хондромалиции. В противоположность этому усиление сигнала с жидкостного компонента (DEFT) позволяет дифференцировать хрящ от синовиальной жидкости. МРТ с контрастированием гадолинием-DTPA дает возможность определить содержание гликозаминогликана в хряще. Современные МРТ-системы позволяют проводить количественную оценку толщины, площади, объема хрящевой ткани с 3D-картированием суставной поверхности

[15, 22]. На ранних стадиях поражения сустава МРТ является высокочувствительным методом в диагностике ревматоидного артрита за счет более ранней визуализации эрозивных изменений, синовиальной пролиферации. Для определения синовиальных изменений на ранних стадиях ревматоидного артрита наиболее оптимальны Т1ВИ с подавлением жирового сигнала и контрастированием гадолинием [21, 25]. Чувствительность МРТ в определении повреждений структур КС составляет 39-94,1%, менисков - 80-100%, передней крестообразной связки - 87-94%, задней крестообразной связки - 97-100%, боковых связок - до 94% [6]. Основными достоинствами МРТ являются возможность непосредственной визуализации, качественного анализа состояния синовиальной оболочки, суставного хряща, фиброзно-хрящевых структур, костей, параоссальных структур с использованием различных режимов визуализации [4]. Анализ результатов обследований пациентов с различной, часто комбинированной патологией коленного сустава травматического, воспалительного, дегенеративно-дистрофического генеза, проведенных с комплексным использованием спектра базовых и новейших ультразвуковых методик, позволяет сформировать конкретное мнение о возможностях ультразвуковой томографии на современном этапе развития медицины [13].

Ультразвуковой метод - высокоинформативный метод визуализации микроструктуры структур коленного сустава [1, 9, 11, 12, 13, 23,]:

- сухожилий;
- связочного аппарата;
- волокнистого хряща менисков;
- жировых тел;
- гиалинового хряща суставных поверхностей;
- состояния суставных сумок (выпот, его количество, эхоструктура содержимого, синовиальная оболочка);
- патологических изменений складок синовиальной оболочки;
- надколенника;
- костных разрастаний, деформаций и эрозивно-некротических изменений суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей;
- дополнительных включений (чаще хондромных тел) в полости сустава;
- близлежащих структур мышечно-апоневротического слоя;
- патологических объемных - мягкотканых и жидкостных образований околосуставной области (в том числе кист Бейкера);
- сосудистого пучка подколенной ямки (подколенной вены, артерии I и т.д.);
- в некоторых случаях близлежащих нервов.

Безусловные преимущества ультразвука - отсутствие ионизирующего излучения, мультипланарное сканирование в режиме реального вре-

мени, динамичность исследования, низкая стоимость и экономичность, высокая доступность, мобильность и возможность проведения клинического опроса пациента по время исследования с соответствующей коррекцией зон интереса и тактики исследования (что выгодно отличает УЗИ от других методов лучевой диагностики). Очевидное преимущество УЗИ - использование режимов, позволяющих оценить васкуляризацию зоны интереса и степень ее гиперемии [13].

Ограничениями эхографии являются невозможность дифференцировки костных структур, трудности исследования суставного хряща, высокая операторозависимость исследования. Кроме того, далеко не все зоны доступны эхолокации [13]. Что касается точности УЗИ в диагностике травм менисков, то оценки ее в литературе весьма разноречивы. Чувствительность этого метода диагностики при повреждениях внутреннего мениска колеблется от 86 до 91,1%, специфичность - от 68 до 80% [10]. Точность диагностики повреждений медиального мениска составила для МРТ 86%, для ультразвукового метода 62%, повреждений латерального мениска - соответственно 78 и 55%. Результаты УЗИ и МРТ во всех случаях сравнивались с данными артроскопии [21].

Причины невысокой точности диагностики травм менисков при ультразвуковом исследовании объективны. Визуализировать мениски на всем протяжении не позволяют особенности их анатомического расположения. При проведении УЗИ оценивается структура переднего и заднего рогов мениска. Тело мениска практически недоступно для визуализации. Распространенные повреждения можно диагностировать без особого труда, тогда как частичное повреждение заподозрить непросто: неоднородность структуры (появление гипоехогенных зон), неровность, нечеткость контуров и изменение формы мениска.

Удобство использования УЗИ в травматологии обусловлено возможностью ранней неинвазивной диагностики широкого ряда патологических состояний, часто пропускаемых при сочетанной травме. В первую очередь это касается гемартроза, повреждений сухожилий, связок, менисков, трещин и переломов, подчас не выявляемых при классической рентгенографии [13].

УЗИ является методом выбора и на ранних стадиях ревматических заболеваний, когда своевременное выявление суставной патологии не только позволяет приостановить прогрессирование заболевания, но и способствует обратному развитию воспалительного процесса и дегенеративных изменений, особенно гиалинового хряща [13]. Основное направление использования УЗИ в ревматологии - диагностика синовитов, оценка степени выраженности синовиальной пролиферации в различных режимах визуализации,

воспалительной гиперемии в режимах ЦДК, ЭК, что выгодно отличает его от других методик. Подавляющее большинство подобных изменений в мягких тканях предшествует костной патологии, выявляемой рентгенологическими методиками, следовательно, УЗИ способствует более ранней диагностике заболевания и своевременному терапевтическому воздействию [25].

В-режим серой шкалы (2D-режим) УЗИ при линейном электронном сканировании является базовым (часто и определяющим) в диагностике заболеваний суставов. Для достоверной визуализации мелких структур (особенно при политравме) при постановке правильного диагноза крайне важны корректная настройка режимов, «пресетов», фильтров, использование дополнительных настроек, имеющихся в ультразвуковом аппарате. Высокочастотные линейные датчики (до 20 МГц) позволяют определять частицы размером до 0,1 мм, добиться разрешающей способности визуализации, превосходящей технические возможности МРТ и КТ [20, 24]. Использование режимов тканевой гармоник (Tissue Harmonic Imaging THI), алгоритма выделения гармонической составляющей колебаний внутренних органов, вызванных прохождением сквозь них базового ультразвукового импульса в сочетании с высокой частотой ультразвукового сканирования, часто значительно усиливает контрастное разрешение визуализации, что улучшает дифференцировку малых структур сустава, детализаций окружающих тканей [13].

Современные возможности цветового доплеровского картирования (Color Doppler Imaging, CDI, ЦДК), ультразвуковой технологии визуализации и цветового кодирования скоростей кровотока, позволяют выявить реактивную гиперемии в очагах воспаления коленного сустава, при этом полученные результаты четко коррелируют с клиническими данными [25].

С помощью энергетического доплеровского картирования (Power Doppler Imaging, PDI, ЭК) можно дифференцировать воспаление синовиальной оболочки КС от ее пролиферации [24]. Однако дифференцировать септический характер артрита от асептического не представляется возможным. Некоторые авторы отмечают как минимум равные возможности ЭК и МРТ с контрастированием в диагностике воспалительных изменений. При этом УЗИ с контрастированием значительно усиливает возможности доплеровских методик в оценке васкуляризации мягких тканей [24]. Позволяет провести количественную характеристику воспалительной гиперемии по интенсивности сигнала и прогнозировать эффективность медикаментозной терапии за счет корреляции выраженности васкуляризации и накопления лекарственного препарата в зоне воспаления. ЦДК, ЭК широко используются при анализе со-

стояния сосудистого пучка подколенной ямки, дифференциальной диагностике сосудистых структур от солидных образований низкой эхогенности параартикулярной области. Режим панорамного сканирования - один из вариантов реконструкции ультразвукового изображения - позволяет оценить структуру протяженных объектов КС - мышц, сухожилий, больших кист в более полном объеме, тщательнее характеризовать тонкости топографо-анатомического соотношения структур сустава, особенно при политравме, выраженных синовитах, бурситах, сочетанном поражении синовиальной оболочки, суставного хряща.

Трехмерное сканирование (Power Doppler Imaging, 3D, 3DPD) позволяет получить картину любого слоя образования по всей глубине очага, в любой плоскости сустава (фронтальной, аксиальной, сагиттальной). Подобные технологии позволяют быстро получить серию объемов с последующим более детальным исследованием на рабочих станциях, сокращая время исследования пациента, позволяя провести реконструкцию срезов в нетипичных для стандартного исследования проекциях и получить полные секционные изображения, как при МРТ или КТ. 3D-режим сканирования позволяет детальнее выявлять эрозивные изменения кортикального слоя, энтезиты и микро разрывы сухожилий, оценить состояние менисков, пара артикулярных структур [33].

4D-режим (RealTime 4D) - трехмерное сканирование в режиме реального времени позволяет более точно определить топографо-анатомические соотношения структур сустава, пространственные особенности васкуляризации с меньшей зависимостью от шумовых эффектов и артефактов. Методика Multi-SliceView преобразует ультразвуковое изображение, полученное в 3D-режиме, в серию последовательных срезов размером 0,5-5 мм в любых проекциях, чаще в сочетании с технологиями 3D-реконструкции. Позволяет анализировать изображение изучаемых небольших структур КС с большей степенью достоверности и точности, детальнее характеризовать топографо-анатомические соотношения структур сустава, зоны поражения [13].

Соноэластография (Ultrasound Elastography, RTE, СЭГ), все активнее внедряемая в практическую эхографию технология улучшения визуализации неоднородностей тканей по их сдвиговым характеристикам. Позволяет проводить анализ эхоплотности при новообразованиях КС (например, при диагностике синовии, синовиальной саркомы), в ряде случаев - дифференциальную диагностику солидных и жидкостных структур параоссальной и параартикулярных областей [13].

Комплексное использование ультразвуковых методик значительно повышает диагностиче-

скую точность и эффективность эхографии, обеспечивает преемственность технологий диагностического поиска, способствует оптимизации выбора тактики лечения у больных с патологией сустава [13, 20]. Совершенствование возможностей методов лучевой диагностики и алгоритмов применения их в клинической практике способствует дальнейшей координации ревматологической и ортопедической служб на различных этапах оказания медицинской диагностической помощи, включая предоперационную подготовку, ранний послеоперационный мониторинг, реабилитацию пациентов. Темпы развития, перспективы новых открытий и совершенствования возможностей аппаратуры обнадеживают, возможности ультразвуковой и магнитно-резонансной томографии в полной мере еще не изучены и составляют значительный резерв в повышении диагностической информативности методов лучевой визуализации [7, 13, 21].

Литература:

1. Беляев Д.В., Чижов П.А., Сенча А.Н. «Ультразвуковая диагностика ранних проявлений остеоартроза коленного сустава» // Медицинская визуализация. - 2011. - № 4. - С. 52-61.
2. Богатов В.Б. Роль магнитно-резонансной томографии и клинического обследования в диагностике повреждений менисков коленного сустава // Мед.визуализация. - 2009. - № 6. - С. 87-99.
3. Брайтензеер М., Покиезер П., Лехнер Г. Учебник по клинической и радиологической диагностике. Вена: University Publisher, 2014. С. 239-262.
4. Брюханов А.В. Магнитно-резонансная томография в остеологии / А.В. Брюханов, А.Ю. Васильев // М.: Медицина, - 2006. - 200 с.
5. Гиршин С.Г. Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы) / Гиршин С.Г., Лазишвили Г.Д. // М.: 2007. - 353 с.
6. Гумеров РА. Клиническая картина и лучевые методы диагностики гемартроза коленного сустава у детей // Медицинская визуализация. - 2011. № 5. - С 93-98.
7. Ермак Е.М. Ультразвуковая морфология менисков коленного сустава // Казан.мед. журн. - 2005. - Т. 86, № 3. - С. 213-218.
8. Карусинов П.С. Магнитно-резонансная томография при повреждениях связочных структур коленного сустава // Бюллетен ВСНЦ СО РАМН, - 2014. - № 3 (97). - С 30-34.
9. Кинзерский А.Ю. Ультразвуковое исследование при травмах и заболеваниях коленного сустава. - Челябинск, 2010. - 105 с.
10. Мак Нелли Юдж. «Ультразвуковые исследования костно-мышечной системы». // Практическое руководство // М.: Видар-М, 2007. - 105 с.
11. Салтыкова В.Г. «Возможности ультразвукового исследования в диагностике острых и застарелых повреждений коленного сустава» // Ультразвук и функциональная диагностика. 2005 №3. С.122.
12. Сенча А.Н., Беляев Д.В., Чижов П.А. Ультразвуковая диагностика. Коленный сустав. - Москва: Издательский дом Видар-М, 2012. - 200 с.
13. Bekers C, Ribbons C, Andre B. et al. «Assessment of disease activity in rheumatoid arthritis with F-18 FDG PET» // J. Nucl. Med. - 2002; 45. - P. 956-964.
14. Cicuttini F., Wluka A., Hankin J. et al. «Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis». // Rheumatology (Oxford). - 2004; 43. - P. 321-324.
15. DeSmet A. MRI diagnosis of meniscal tear / A. DeSmet, R. Mukherjee // AJR. 2008. N.1 - P. 22-26.
16. Goal J., Mezes A., Siro B. et al. «Tc-99m HMPAO labeled leukocyte scintigraphy in patients with rheumatoid arthritis». A comparison with disease activity. // Nucl. Med. Commun. - 2002; 23. P. 39-46.
17. Goxberg M, Kloppenburg M, Maillefert H, Vinon E, Dougados M. Definition of OARSI-OMERACT of the corresponding radiologic progression of the hip joint, arthrosis of the knee joint. www.pubmed.com . 2009.
18. Grassi W., Salatfi F., Filippucci E. Ultrasound in rheumatology, Best Pract. // Res. Clin. Rheumatol. - 2005; 19. - P. 467-485.
19. Hoving J.L, Buchbinder R., Hall S. et al. «A comparison of magnetic resonance imaging, sonography, and radiography of the hand in patients with early rheumatoid arthritis» // J. Rheumatol. - 2004; 31. - P. 663-675.
20. Hoyt M., Goodemote P., Morton J. How accurate is an MRI at diagnosing injured knee ligaments? // J. Family Pract. - 2010.
21. Jacobson J.A. Musculoskeletal ultrasound: focused impact on MRI // Am. J. Roentgenol. - 2009. - Vol. 193, N 9. - P. 619-627.
22. Miza P, Conaghan P. A systematic review of MRI ultrasound and scintigraphy as the final measures for structural pathology in interventional therapeutic studies of knee arthritis: emphasis on responsiveness. www.pubmed.com . 2011.
23. Schmidt W.A. Doppler sonography in rheumatology. Best. Pract. Res. Clin. Rheumatol. 2004; 18: 827-846.
24. Szkudlarek M., Court-Payen M., Strandberg C. et al. Contrast-enhanced power Doppler ultrasonography of the metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis. // Eur. Radiol. - 2003; 13. - P. 163-168.
25. Thomas S. The value of magnetic resonance imaging in our current management of ACL and meniscal injuries // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. - 2007. - V. 15(5) - P. 533-6
26. Van B, Kolder J. Treatment of acute lateral ligaments of the ankle injury in athletes. www.pubmed.com . 2013.