

УДК 616-073.4-8

Возможности ультразвуковой диагностики в травматологии и ортопедии

С. Д. Шевченко¹, В. И. Мартюк², И. Г. Яковенко²

¹ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко АМН Украины». Харьков

²Херсонская областная детская клиническая больница. Украина

Широкое применение методы ультразвуковой диагностики обусловлено с одной стороны, необходимостью изучать нерентгеноконтрастные структуры — хрящи, капсулы суставов, мышцы и сухожилия, а с другой стороны — высокой информативностью этих методов, достоверностью получаемых результатов, неинвазивностью и доступностью. Возможность получения информации о тканях, незначительно различающихся по плотности и потому недоступных для дифференцированной визуализации с помощью других методов, способствовала применению ультрасонографии (УСГ) в травматологии и ортопедии [1–4, 6, 11, 13], хотя и началось значительно позже по сравнению с другими отраслями медицины. Отдельные работы начали появляться в 70-х годах. Важной является работа Н. А. Kramps и E. Lenschow [31], в которой впервые на основании экспериментальных и клинических исследований была достоверно подтверждена возможность ультразвукового исследования формы и структуры костей. Особое внимание исследователей занимало изучение тазобедренного сустава при дисплазии, врожденном вывихе бедра у новорожденных, при болезни Пертеса, исследование его кровоснабжения. В. Г. Сапожников (1983) использовал метод при изучении фиброзной дисплазии и экзостозов костей, О. А. Радомский (1989) при болезни Пертеса выявил стойкие патологические изменения со стороны капсулы и суставного хряща за 1–2 месяца до появления рентгенологических симптомов заболевания.

Ранняя диагностика болезни Пертеса с использованием ультрасонографии основывается на выявлении синовита (выпот в суставе, утолщение суставной капсулы), с которого начинается дорентгенологическая стадия заболевания.

На сегодняшний день ультрасонография тазо-

бедренных суставов остается наиболее распространенным методом УЗД в ортопедии, который включён в стандарт обследования для выявления дисплазии тазобедренного сустава и врожденного вывиха бедра как наиболее распространенных врожденных заболеваний опорно-двигательной системы у новорожденных, в связи с тем, что хрящевые структуры головки бедренной кости нерентгеноконтрастны до появления ядра окостенения в трехмесячном возрасте, а у недоношенных детей — и в более поздний срок. В этой ситуации ультрасонография позволяет провести динамическое наблюдение за формированием тазобедренного сустава с оценкой состояния его бедренного и тазового компонентов и, при необходимости, провести коррекцию лечения [11].

Ультразвуковую диагностику используют при обследовании детей и взрослых с подозрением на коксит и остеопороз. Этот метод позволяет выявить выпот в полости сустава, отек суставной капсулы и следить за динамикой патологического процесса [10].

Специалистами Украинского НИИ травматологии и ортопедии изучен и описан сонографический симптомокомплекс при дисхондроплазии, а именно изменение формы кости с увеличением ее объема, истончение акустической границы кортикального слоя, характерна хрящевая структура головки бедренной кости с разнообразными по форме и интенсивности эхопозитивными включениями. Аналогичные исследования возможно проводить в современной клинической медицине методы ультразвуковой диагностики находят всё более широкое применение. Это обусловлено с одной стороны, необходимостью изучать нерентгеноконтрастные структуры — хрящи, капсулы суставов, мышцы и сухожилия, а с другой стороны — высокой информативностью этих методов,

достоверностью получаемых результатов, неинвазивностью и невысокой стоимостью исследования. Возможность получения информации о тканях, незначительно различающихся по плотности и потому недоступных для дифференцированной визуализации с помощью других методов, способствовала применению ультразвунографии (УСГ) в травматологии и ортопедии [1-4, 6, 11, 13].

Использование ультразвуковой диагностики (УЗД) в ортопедии и травматологии по сравнению с другими отраслями медицины началось значительно позже, что обусловлено высокой ультразвуковой плотностью здоровой костной ткани. Отдельные работы начали появляться в 70-х годах. Важной является работа Н. А. Kramps и E. Lenschow [31], в которой впервые на основании экспериментальных и клинических исследований была достоверно подтверждена возможность ультразвукового исследования формы и структуры костей.

С самого начала особое внимание исследователей занимало изучение особенностей тазобедренного сустава при дисплазии, врожденном вывихе бедра у новорожденных, при болезни Пертеса, исследовании кровоснабжения сустава. В. Г. Сапожников (1983) использовал метод при изучении фиброзной дисплазии и экзостозов костей, О. А. Радомский (1989) при болезни Пертеса выявил стойкие патологические изменения со стороны капсулы и суставного хряща за 1-2 месяца до появления рентгенологических симптомов заболевания.

Ранняя диагностика болезни Пертеса с использованием ультразвунографии основывается на выявлении синовита (выпот в суставе, утолщение суставной капсулы), с которого начинается дорентгенологическая стадия заболевания.

На сегодняшний день ультразвунография тазобедренных суставов остаётся наиболее распространённым методом УЗД в ортопедии, который включён в стандарт обследования для выявления дисплазии тазобедренного сустава и врожденного вывиха бедра как наиболее распространённых врожденных заболеваний опорно-двигательной системы у новорожденных, в связи с тем, что хрящевые структуры головки бедренной кости нерентгеноконтрастны до появления ядра окостенения в трех месячном возрасте, а у недоношенных детей — и в более поздний срок. В этой ситуации ультразвунография позволяет провести динамическое наблюдение за формированием тазобедренного сустава с оценкой состояния его бедренного и тазового компонентов и, при необходимости, провести коррекцию лечения [11].

Ультразвуковую диагностику используют при обследовании детей и взрослых с подозрением на коксит и остеопороз. Этот метод позволяет выявить выпот в полости сустава, отёк суставной капсулы и следить за динамикой патологического процесса [10].

Специалистами Украинского НИИ травматологии и ортопедии изучен и описан сонографический симптомокомплекс при дисхондроплазии, а именно изменение формы кости с увеличением её объёма, истончение акустической границы кортикального слоя, характерна хрящевая структура головки бедренной кости с разнообразными по форме и интенсивности эхопозитивными включениями. Аналогичные исследования возможно проводить у больных с фиброзной дисплазией, солитарными и аневризмальными кистами, костными и хрящевыми новообразованиями костей.

В последние годы ультразвуковая диагностика завоёвывает позиции в травматологии при диагностике повреждений суставов, особенно плечевого и коленного, мышц, сухожилий и связок, нервных стволов и сосудов. При ультразвуковом исследовании периартикулярных тканей плечевого сустава можно оценить сухожилия мышц, составляющих ротаторную манжету, состояние кортикального слоя суставных поверхностей костей, наличие или отсутствие жидкости в суставных сумках, состояние сухожилия длинной головки двуглавой мышцы, наличие выпота по ходу синовиальных влагалищ, оценить состояние акромиально-ключичного сочленения [1, 3, 6, 32, 33].

Установлено, что ультразвуковыми критериями разрыва ротаторной манжеты являются:

- отсутствие визуализации при больших разрывах, когда манжета отрывалась от большого бугорка и происходила её ретракция под акромиальный отросток. В этом случае дельтовидная мышца примыкает к головке плечевой кости, а между дельтовидной мышцей и головкой не определялся эхосигнал ротаторной манжеты. Диагностическая точность этого признака разрыва манжеты приближается к 100%;
- гипозоногенная зона, обширная гематома, которая заполняет место между головкой плечевой кости и дельтовидной мышцей. Диагностическая точность этого признака разрыва манжеты приближается к 100%.

Фокальное истончение в ротаторной манжете следует отличать от истончения сухожилий наружных ротаторов плеча при естественном развитии дегенеративного процесса.

Полный разрыв ротаторной манжеты при продольном и поперечном сканировании обна-

руживается в виде нарушения целостности контуров манжеты.

При неполном разрыве ротаторная манжета уплощается со стороны сумки (неполный разрыв со стороны сумки) или отчетливо выявляется гипоэхогенный (или смешанный гипергипоэхогенный) дефект в продольной и поперечной проекциях с суставной стороны ротаторной манжеты (неполный разрыв с суставной стороны).

Протяженность разрыва ротаторной манжеты определяется при поперечных измерениях. Если разрыв распространяется от внутрисуставной порции сухожилия двуглавой мышцы кзади на 1,5 см или меньше, то данное состояние оценивают как повреждение с вовлечением в патологический процесс только сухожилия надостной мышцы. Если разрыв более 3 см, то его оценивают как повреждение с вовлечением сухожилий надостной и подостной мышц. Сухожилие малой круглой мышцы не оценивают при определении объема повреждения.

Разрыв сухожилия длинной головки двуглавой мышцы регистрируется, когда это сухожилие не идентифицируется внутри или медиальнее межбугорковой бороздки. Вывих сухожилия двуглавой мышцы характеризуется его смещением кпереди или медиальнее малого бугорка плечевой кости.

Ультрасонографические и артроскопические данные коррелируют между собой относительно наличия или отсутствия полного и неполного разрыва ротаторной манжеты, размера и протяженности разрыва, а также наличия вывиха или разрыва сухожилия двуглавой мышцы. Высокая разрешающая способность ультрасонографического исследования плечевого сустава недостаточно широко используется хирургами-ортопедами для диагностики и выявления характера патологии ротаторной манжеты.

Ультразвуковыми критериями повреждения менисков являются нарушение целостности контуров менисков, наличие гипоэхогенных участков, появление гипоэхогенной полосы в структуре мениска, образование выпота, отек мягких тканей, смещение боковых связок коленного сустава, усиление степени васкуляризации в области разрыва мениска. При дегенеративных изменениях менисков отмечаются неоднородность структуры, фрагментация, гиперэхогенные включения и кисты [1–3, 6, 8].

Основными признаками повреждения сухожильно-связочного аппарата являются: нарушение целостности волокон и структуры сухожилия с появлением на их месте гематомы

при полном разрыве. При частичных разрывах контуры сухожилия сохраняются, но в месте разрыва визуализируется гипоэхогенный участок, соответствующий перерыву в фибриллярной структуре сухожилия. Сравнительный анализ ультразвуковых признаков повреждения менисков коленного сустава с результатами, полученными при проведении инвазивных вмешательств, свидетельствует о высокой чувствительности и специфичности ультразвукового исследования (93,7 и 80,0% соответственно).

Ушиб коленного сустава в остром периоде травмы сопровождается интрахондральным поражением суставного хряща, в виде очагового (63%) или диффузного (37%) утолщения анэхогенных промежуточной и поверхностных зон с нечеткостью контуров глубокой зоны и понижением акустической плотности субхондрального слоя костной ткани. Данные изменения расцениваются как хондральный ушиб. В ряде случаев хондральная травма сочетается с частичным повреждением связки надколенника и/или коллатеральных связок. При повреждении суставного хряща с дефектом хрящевой ткани межмышцелкового возвышения и мышцелков бедренной кости отмечается неровность контуров и неоднородность промежуточной и поверхностных зон гиалинового хряща, а также повреждение внутрисуставных структур, капсульно-связочного аппарата, гемартроз. Ультрасонография в остром периоде закрытой травмы коленного сустава является наиболее информативным методом выявления и оценки степени хондральной травмы, а также определения показаний к артроскопическому исследованию и лечебной тактики. Она также является идеальным методом для проведения аспирации небольших выпотов под контролем зрения [1, 14, 15].

Связочный аппарат голеностопного сустава является хорошо доступной структурой мышечного скелета для ультразвукового исследования.

В острый период травмы, когда из-за выраженного отека и болевого синдрома клинически трудно в полной мере обследовать состояние связочного аппарата, ультразвуковой метод исследования является высокоинформативным скрининг — методом для диагностики повреждений мягкотканых структур области голеностопного сустава. Полный разрыв связки выявляется в виде дефекта массива с различной степенью диастаза волокон от 2 до 4 мм, при этом концы порванной связки неровные, с нечеткими контурами. Прилежащие к разрыву ткани увеличены в объеме, с наличием анэхогенного участка с нечеткими контурами. Частичный разрыв связки выявляется в виде

фокальной истонченности и краевым дефектом различной протяженности и прилежащими к нему ан- или гипоехогенными участками с нечеткими контурами. Дисторсии связок визуализируются в виде снижения нормальной трабекулярной структуры с неравномерным снижением эхогенности на протяжении повреждения, прилежащие мягкие ткани также увеличены в объеме [1, 7].

Повреждения сухожилий и нервных стволов

При продольном УЗИ сухожилия имеют трубчатую структуру с параллельными гиперэхогенными линиями. Эти гиперэхогенные линии являются отражениями ультразвукового луча от коллагена и перегородок эндотендия. При поперечном срезе сухожилие выглядит как овоидное образование с яркими гиперэхогенными точками [1, 12].

Острый полный разрыв сухожилия характеризуется образованием гипоехогенного диастаза, возникшего из-за ретракции порванных концов сухожилия. Дефект обычно заполнен гипоехогенным скоплением крови. При присоединении разрыва сухожильного влагалища гематома обычно больших размеров, с нечеткими контурами. Подострый и хронический разрыв характеризуется отсутствием свежей геморрагической жидкости и наличием организовавшейся гематомы, которая, заполняя дефект, своей эхогенной структурой может вводить в заблуждение, имитируя целостность сухожилия. При повреждении сухожильного влагалища необходимо проводить тщательную ультразвуковую диагностику, чтобы визуализировать сухожильные концы, измерить длину сухожильной ретракции при продольном срезе. Проведение пассивных движений помогает определить величину диастаза сухожильных концов на всем протяжении [1, 2, 5, 19, 26, 27].

Нервы являются образцом фасцикулярной ткани с гипоехогенными параллельными линиями, разделенными гиперэхогенными полосами. Гипоехогенные полосы соответствуют нейронным пучкам, а гиперэхогенные полосы являются внутрифасцикулярным эпиневрием — продольный срез. При поперечных ультразвуковых срезах нервы выглядят как сотоподобное образование с гипоехогенными включениями с гиперэхогенной оболочкой.

При незначительных повреждениях нерв может сохранять нормальный ультразвуковой внешний вид независимо от клинических признаков и нарушения функции. Отсутствие нарушения ультразвуковой структуры нерва указывает на быстрое восстановление его функции. При тяжелых травмах изменения нервов более существенны. При

этом в центре нерва выявляются гипоехогенные зоны с изменением структуры, гематомы с васкуляризацией. Обнаружение веретенообразного расширения нерва на определенном участке свидетельствует о посттравматической невrome, развившейся в результате репаративного процесса и фиброза. Ультразвуковая картина нерва в месте травмы определяется как гипоехогенная зона, с характерными нечеткими или плохо очерченными границами. Если имеется полное повреждение нерва и слишком большой диастаз между концами нерва, неврома развивается от проксимального края нерва.

Исследование состояния сухожилий и нервов всё чаще находит применение при травмах предплечья и кисти [1, 5, 12, 22].

В литературе имеются данные относительно использования ультрасонографии для оценки репаративных процессов при переломах костей [17, 18]. При мультиплоскостном сканировании места перелома на ранних сроках четко определялась конфигурация костных отломков, степень их смещения, наличие свободно лежащих костных фрагментов и их положение относительно окружающих мягких тканей и центрального и периферического отломков. Исследование в стандартных плоскостях позволяло воссоздать объемную картину взаимоотношений костных структур и мягких тканей в зоне повреждения. После репозиции и фиксации перелома проводили контрольное мультиплоскостное исследование с целью контроля правильности репозиции. Применение ультрасонографии позволяет выявить интерпозицию мягких тканей и своевременно решить вопрос оперативного лечения.

Ультразвуковой метод диагностики используют в комплексном обследовании пациентов с нарушением консолидации переломов длинных костей [9, 16]. Этот неинвазивный высокоинформативный метод дает возможность визуализировать межотломковую щель, определять её линейные размеры, оценивать динамику ее заполнения гиперэхогенными включениями. Общим для всех видов переломов является наличие гетерогенной межотломковой щели в начале лечения с последующим формированием линейных гиперэхогенных структур, заполняющих щель, и восстановлением непрерывности контура кости. Прогностически благоприятным в плане восстановления кости является небольшая глубина визуализируемой щели перелома: в неосложненных случаях она не превышает 2–3 мм, а в случаях нарушенной консолидации достигает 5 мм и более. При переломах с нарушением консолидации сроки

формирования костной мозоли более длительные, что выражается в более медленном появлении гиперэхогенных включений в межотломковой щели и восстановлении целостности кости.

Актуальной является и ультразвукографическая оценка дистракционного регенерата при лечении больных с дефектами длинных костей конечностей. Визуализация костного регенерата в динамике позволяет контролировать гипозоногенные участки в зоне регенерата, по ультразвуковым признакам диагностировать и количественно определять зоны отсутствия регенерации в виде кистоподобных участков [20, 24].

У новорожденных и детей младшего возраста с помощью ультразвукографии можно диагностировать повреждения неоссифицированных эпифизов и метаэпифизарных зон, в частности для диагностики повреждений дистальных метаэпифизарных отделов костей предплечья и окружающих их мягких тканей. Ультрасонографию также используют для обследования костей запястья и кисти у грудных детей [1, 21, 25, 30].

В подкожных тканях конечностей достаточно часто выявляются инородные тела, которые остаются там после травм. Ультрасонография является точным диагностическим методом, который позволяет визуализировать инородные тела, включая тела с низкой плотностью и рентгенопрозрачные материалы. Инородные тела имеют вид ярких эхогенных очагов, которые сопровождаются акустическим затемнением, реверберацией эхосигналов. Если возникают воспалительные изменения в окружающих мягких тканях, то они имеют вид плохо очерченного гипозоногенного участка. При помощи ультразвукографии можно определить не только глубину расположения инородного тела, но и его расположение по отношению к мышцам, сухожилиям и их влагалищам. Эта информация позволяет выбрать оптимальный оперативный доступ и сократить длительность операции. Ультрасонография является важным инструментом в предоперационном и интраоперационном установлении локализации инородных тел [1, 23, 28, 29].

У лиц старшего возраста ультразвукография может быть использована для выявления таких признаков карпальной нестабильности, как расширение и изменение формы полулунно-ладьевидного промежутка, нарушение непрерывности «запястных арок», расширение полулунно-трёхгранного промежутка.

Ограничениями метода ультразвуковой диагностики являются: ограничение ширины поля

обзора, сложность точно повторить срезы при серийных исследованиях, неумение клиницистов читать сонограммы, невозможность «видеть» сквозь кости и визуализировать структуры в анатомически сложных участках. Вместе с тем, при условии, что исследование проводит хорошо обученный специалист с использованием современного оборудования, ультразвукография оправдывает ее использование как метода исследования первого выбора.

Использование ультразвукового исследования позволяет существенно расширить диагностический арсенал врачей ортопедов-травматологов и получить данные для более точной диагностики и выбора способа и вида лечения.

Литература

1. Гольдберг Б. Ультрасонография / За ред. Б. Гольдберга і Г. Петтерссона. Наук. ред. українського вид. Ю. Іванів. — Львів, Медицина світу, 1998. — 740 с.
2. Еськин Н.А. Комплексная диагностика заболеваний и повреждений мягких тканей и суставов опорно-двигательного аппарата: дис. ... докт. мед. наук: 14.01.21 / Н.А. Еськин. — М., 2001.
3. Современная ультразвуковая диагностика в травматологии / Зубарев А.В., Николаев А.П., Дольова И.В. и др. // Медицинская визуализация. — 1999. — Январь-март. — С. 11–20.
4. Ермак Е. М. Ультразвуковые критерии оценки структуры суставного хряща и субхондральной кости / Е. М. Ермак // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2005. — №5. — С. 102–114.
5. Ультрасонографическая диагностика повреждений сухожилий кисти / Н.А. Еськин, В.В. Кузьменко, В.Ф. Коршунов и др. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2001. — №2. — С. 56–60.
6. Еськин Н.А. Ультразвуковые методы исследования в травматологии и ортопедии / Н.А. Еськин, А.И. Крупаткин, С.А. Горбатенко // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 1996. — №4. — С. 52–58.
7. Диагностические возможности эхографии при травматических повреждениях сухожильно-связочного аппарата голеностопного сустава: сборник тезисов IV съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики / Л.И. Ким, А.Ю. Кинзерский // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2007. — №4. — С. 228.
8. Климец Е. И. Сонометрическая толщина менисков коленного сустава в оценке их конгруэнтного приспособления в период становления локомоторной функции у детей и подростков / Е.И. Климец // Медицинская визуализация. — 2005. — №5. — С. 134–137.
9. Чинники ризику, діагностика та лікування порушень репаративного остеогенезу при діафізарних переломах довгих кісток: методичні рекомендації / М.О. Корж, Л.Д. Горидова, К.К. Романенко Н.В. Дедух. — Київ, 2005. — 20 с.
10. Ультрасонографічні ознаки м'якотканинних структур в ділянці кульшового суглоба у дорослих та методика їх дослідження / М.О. Корж, А.С.Вишняков, С.М. Яковенко, О.В. Танькут // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2009. — №2. — С.105–110.
11. Ультразвукове дослідження при захворюваннях та пошкодженнях опорно-рухової системи / А.П. Крисюк, Я.Б. Ку-

- ценко, С.И. Герасименко [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2001. — №1. — С.33–36.
12. Нормальная ультразвукографическая картина сухожильной кисти / В.В. Кузьменко, В.Ф. Коршунов, Н.А. Еськин [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2001. — №2. — С. 56–60.
 13. Курышев А.Н. Ультразвуковая диагностика кровоизлияний при повреждениях конечностей / А.Н. Курышев // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1976. — №3. — С. 16–17.
 14. Малахов Н.Б. Нормальная эхоанатомия параартикулярных тканей коленного сустава у детей и методика их ультразвукового обследования / Н.Б. Малахов, М.И. Пыков, Г.М. Чочиев // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2002. — № 2. — С.101–112.
 15. Ультрасонография при хондральной травме коленного сустава у детей: сб. тезисов I Дальневосточного съезда специалистов ультразвуковой диагностики (г. Хабаровск, Хабаровский край, 28-29 апреля 2005 г).
 16. Современные принципы обследования и лечения детей с переломами длинных костей, осложненными нарушением консолидации / В.Н. Меркулов, А.И. Дорохин, В.Т. Стужина, О.Г. Соколов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2006. — №3 — С. 52–56.
 17. Салтыкова В.Г. Эхографическая оценка дистракционного регенерата трубчатых костей нижних конечностей у детей / В.Г. Салтыкова, О.В. Кожевников, Д.Б. Затона // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2006. — №3. — С. 133.
 18. Ультразвуковая характеристика репаративного остеогенеза при переломах длинных трубчатых костей предплечья у детей: сб. тезисов V съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики / Н.В. Сеницына, К.В. Ватолин, Д.Ю. Выборнов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2007. — №4. — С. 234.
 19. Ситник А.А. Ультразвуковая диагностика закрытых повреждений ахиллова сухожилия / А.А. Ситник // Медицинские новости. — 2003. — №10. — С. 93–95.
 20. Урьев Г.А. Возможности эхографии в оценке состояния дистракционного регенерата при удлинении верхних и нижних конечностей: сб. тезисов V съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики / Г.А. Урьев, С.Б. Борейко, Л.И. Степура // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2007. — № 4. — С. 235.
 21. Фокіна С.Є. Ультрасонографічна анатомія кісток зап'ястка у грудних дітей / С.Є. Фокіна, Ю.М. Нечитайло // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. — 2002. — Т. 1, №2. — С. 22–25.
 22. Возможности ультразвукографии в диагностике поврежденной периферических нервов верхней конечности / И.Г. Чуловская, В.Ф. Коршунов, Н.А. Еськин, Д.А. Магдиев // Радиология-практика. — 2005. — №3. — С. 11–16.
 23. Лучевая диагностика инородных тел мягких тканей кисти и предплечья / И.Г. Чуловская, А.В. Скороглядов, Н.А. Еськин, Д.А. Магдиев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2008. — №1 — С. 28–32.
 24. Шевцов В. И. Исследование дистракционного регенерата большеберцовой кости методом ультрасонографии / В.И. Шевцов, Т.И. Менщикова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2006. — №3. — С. 135.
 25. Broker F.H. Ultrasonic diagnosis of the proximal humeral epiphysis in the newborn / F.H. Broker, T. Burbach // J. Bone Joint Surg. Am. — 1990. — V. 72-A. — P. 187–191.
 26. Blei C.L. Achilles tendon: US diagnosis of pathologic conditions / C.L. Blei, R.P. Nirschl, E.G. Grant // Radiology. — 1986. — V. 159. — P. 765–767.
 27. Fornage B.D. Achilles tendon: US examination / B.D. Fornage // Radiology. — 1986. — V. 159. — P. 759–764.
 28. Fornage B.D. Sonographic preoperative localization of a foreign body in the hand / B.D. Fornage, F.L. Schemberg // J. Ultrasound Med. — 1987. — V. 6. — P. 217–219.
 29. Sonography of the hand and foot in foreign body detection / G.A.W. Gooding, T. Hardiman, M. Summers [et al.] // J. Ultrasound Med. — 1987. — V. 6. — P. 441–447.
 30. Sonographic detection of occult bone fractures / M. Graif, V. Stahl — Kent, T. Ben — ami et al. // Pediatric Radiology. — 1988. — V. 18. — P. 383–385.
 31. Kramps H.A. Investigations on hips and extremities by ultrasonics (author's transl) / H.A. Kramps, E. Lenschow // Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. — 1979. — V. 117 (3). — P. 355–364.
 32. Accuracy of ultrasound imaging of the rotator cuff in shoulders that are painful postoperatively / W.D. Prickett, S.A. Teefey, [et al.] // J. Bone Joint Surg. — 2003. — V. 85-A. — P. 1084–1089.
 33. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases / S.A. Teefey, S.A. Hasan [et al.] // J. Bone Joint Surg. — 2000. — V. 82. — P. 498–504.