

7. Wang E.A., Rosen V., Cordes P. et al. Purification and characterization of other distinct bone-inducing factors //Proc. Natural Acad. Sci. USA. — 1988. — Vol. 85. — P. 9484–9488.

8. Wozney J.M., Rosen V. Bone morphogenetic protein and bone morphogenetic protein gene family in bone formation and repair //Clin. Orthop. 1998. — N 346. — P. 26–37.

Сведения об авторах: Миронов С.П. — акад. РАН и РАМН, доктор мед. наук, директор ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Гинцбург А.Л. — акад. РАМН, доктор мед. наук, директор НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Еськин Н.А. — профессор, доктор мед. наук, зам. директора ЦИТО им. Н.Н. Приорова по научной работе; Лукия В.Г. — канд. биол. наук, руководитель лаборатории биологически активных наноструктур НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Гаврюшенко Н.С. — профессор, доктор техн. наук, руководитель лаборатории биомеханических исследований ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Карягина А.С. — доктор биол. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории биологически активных наноструктур НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Зайцев В.В. — канд. мед. наук, ведущий науч. сотр., руководитель группы остеоиндуктивных биоматериалов ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Зайцев Владимир Валентинович. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел.: (495) 450–21–92; 8 (916) 340–30–06. E-mail: Zaitsev-cito@mail.ru

© Коллектив авторов, 2010

РОЛЬ ВЫСОКОПОЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Н.А. Еськин, В.В. Банakov, Б.Т. Тиссен, Н.Ю. Матвеева

Лекция посвящена вопросам диагностики острой травмы коленного сустава. Продемонстрированы возможности ультразвукового метода и магнитно-резонансной томографии при этом виде повреждения. Дана оценка точности и информативности каждого из методов.

Ключевые слова: травма коленного сустава, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография.

N.A. Es'kin, V.V. Banakov, B.T. Tissen, N.Yu. Matveeva

Lecture is devoted to the issues of acute knee joint injury diagnosis. Potentialities of ultrasound method and magnetic resonance imaging in such of injuries are demonstrated. Accuracy and informativeness of each method is evaluated.

Key words: knee joint injury, ultrasound examination, magnetic resonance tomography.

Травмы коленного сустава — один из наиболее частых поводов обращения к травматологу. Алгоритм диагностики повреждений коленного сустава отработан и включает в себя осмотр и рентгенологическое исследование сустава в двух проекциях. Рентгенологическое исследование позволяет на первом этапе диагностики выявить или исключить патологию костных компонентов сустава. Для диагностики повреждений мягкотканых структур используются магнитно-резонансная томография и ультразвуковое исследование. Применение МРТ и сонографии в травматологии и ортопедии началось приблизительно в одно и то же время — с середины 80-х годов прошлого века. С тех пор в процессе использования этих методов отчетливо проявились как недостатки, ограничения, так и безусловные преимущества каждого из них.

Противопоказания к применению магнитно-резонансной томографии хорошо известны, но позволим себе еще раз напомнить их: это наличие в организме обследуемого металлоконструкций, инородных тел, таких как металлические клипсы, искусственный водитель ритма сердца, а также татуаж

и т.п.; клаустрофобия; ожирение IV степени. Большинство исследователей признается ведущая роль МРТ в диагностике повреждений капсульно-связочного аппарата коленного сустава и менисков [2, 5, 14]. Ни один другой метод визуализации не дает возможности получать такое высококонтрастное изображение мягких тканей в различных плоскостях.

Ультразвуковой метод не имеет противопоказаний к применению и обладает рядом бесспорных достоинств, таких как доступность, относительно низкая стоимость, возможность проведения исследования необходимое число раз, возможность применения динамических проб в процессе исследования.

Вместе с тем сонография также имеет некоторые ограничения при исследовании крупных суставов: наличие костных препятствий, не позволяющих получить достаточное акустическое окно, избыточное развитие у пациента подкожно-жировой клетчатки и выраженный отек мягких тканей, часто сопутствующий травмам суставов. Все это может значительно затруднять проведение ультразвукового исследования и трактовку полу-

ченных данных. Видимо, отсюда недоверчивое отношение травматологов к сонографии как к методу диагностики травм крупных суставов.

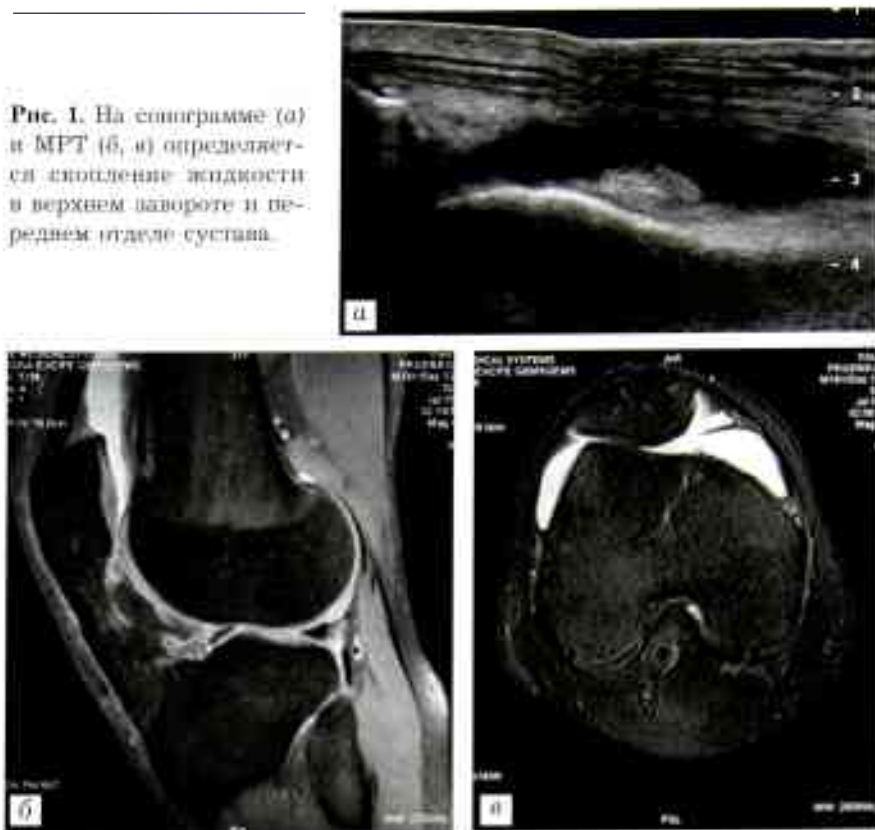
Цель нашей лекции — продемонстрировать возможности ультразвукового метода и магнитно-резонансной томографии в диагностике травм коленного сустава. Необходимо отметить, что обязательным условием успешного проведения каждого из исследований является выполнение его специалистами, имеющими навык и опыт работы в травматологии.

Наиболее постоянный симптом при травмах коленного сустава — его отек и увеличение в объеме — связан со скоплением жидкости в полости сустава. Это может быть синовиальная жидкость, кровь. Скопление жидкости той или иной локализации без труда выявляется как при магнитно-резонансной томографии, так и при сонографии. Чаще всего жидкость локализуется в верхнем завороте и переднем отделе сустава (рис. 1).

Ультразвуковое исследование позволяет обнаружить скопление даже небольшого количества жидкости в разных отделах сустава. Жидкость является идеальным акустическим окном для исследования, так как ультразвук не отражается жидкостными средами, сигнал даже усиливается, проходя через них. Кроме того, исследователь может выявить признаки гипертрофии капсулы сустава и зарегистрировать кровоток в ней (рис. 2), что невозможно сделать при томографии. Возможность оценить васкуляризацию мягких тканей, а следовательно, получить косвенную информацию о наличии воспалительного процесса — одно из важных преимуществ сонографии.

Диагностика повреждения сухожилия четырехглавой мышцы бедра и собственной связки надколенника не представляет сложности ни для одного из рассматриваемых методов [11]. Характерными признаками этого вида травмы при томографии являются деформация контуров сухожилия четырехглавой мышцы бедра и собственной связки надколенника, обнаруживаемая в сагиттальной проекции, и неоднородность интенсивности сигнала в зоне повреждения. На со-

Рис. 1. На сонограмме (а) и МРТ (б, в) определяется скопление жидкости в верхнем завороте и переднем отделе сустава.



нограммах нарушение анатомической целостности сухожилия (связки) — полное или частичное — проявляется утратой характерной исчерченности в структуре сухожилия (связки) и наличием гипоэхогенного участка в зоне повреждения (рис. 3).

Рис. 2. Регистрация кровотока в стенке препателлярной бursы при проведении сонографии.

Рис. 3. Повреждение собственной связки надколенника (стрелки) на МРТ (а) и сонограмме (б).

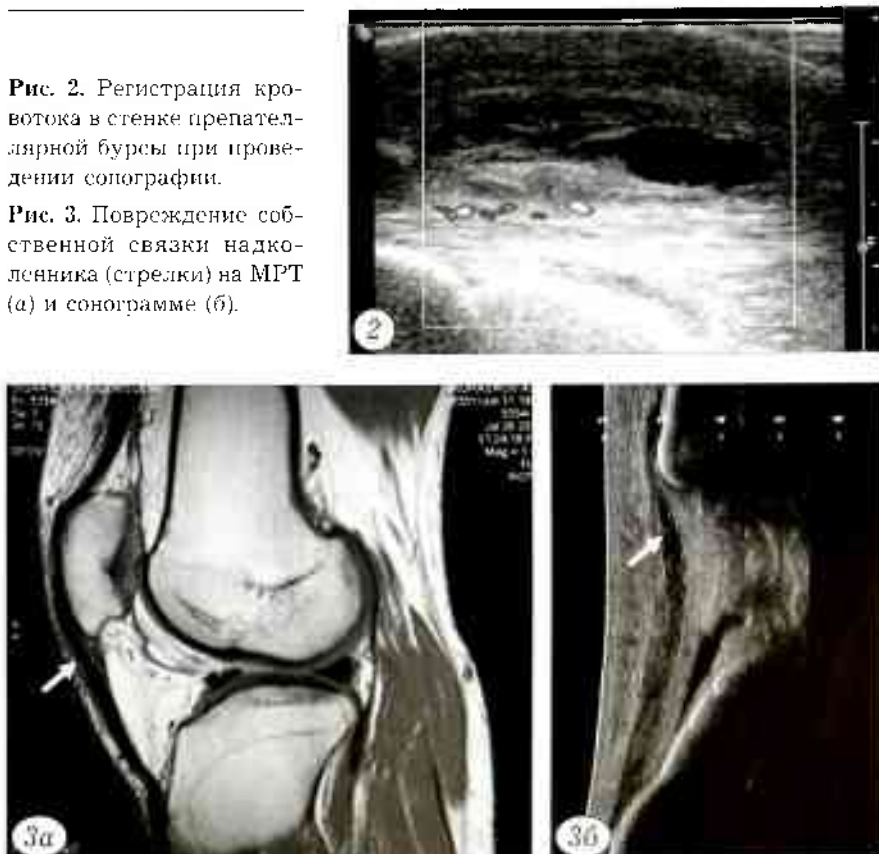




Рис. 4. Скопление жидкости в инфрапателлярной бурсе при травме собственной связки надколенника (стрелки), выявляемое на сонограмме.

В случае полного повреждения между концами поврежденного сухожилия (связки) выявляется диастаз, как правило, заполненный неоднородной жидкостью (кровью). Нередко травме сухожилия четырехглавой мышцы бедра сопутствует появление жидкости в верхнем завороте коленного сустава, а повреждению собственной связки надколенника — развитие инфрапателлярного бурсита (рис. 4).

Ультразвуковые и томографические признаки повреждений коллатеральных боковых связок — внутренней и наружной — аналогичны признакам описанного выше вида травм (рис. 5). Следует отметить, что внутренняя боковая связка повреждается значительно чаще, чем наружная, а по данным Miyamoto и соавт. [8], это самая распростра-



ненная травма коленного сустава. На нашем материале соотношение повреждений внутренней и наружной боковых коллатеральных связок составило 15:1. Во всех случаях данные ультразвукового исследования полностью соответствовали результатам магнитно-резонансной томографии.

Таким образом, диагностика посттравматического синовита, гемартроза и повреждений сухожильно-связочного аппарата коленного сустава может быть с успехом проведена как с помощью магнитно-резонансной томографии, так и с помощью ультразвукового метода.

Ранняя диагностика травм крестообразных связок является залогом своевременного и адекватного проведения лечения с последующей реабилитацией больного и восстановлением функции сустава. Магнитно-резонансная томография — метод выбора для диагностики этого вида повреждения. По данным разных авторов, диагностическая точность МРТ составляет около 90% и более [3, 6, 14]. Задняя крестообразная связка (ЗКС) повреждается достаточно редко (в проанализированном нами при подготовке данной лекции материале, включавшем 49 больных с острой травмой коленного сустава, случаев такого вида повреждений не было). Частичные повреждения передней крестообразной связки (ПКС) встречаются чаще, чем полное нарушение ее анатомической целостности [1]. Наиболее типичным местом повреждения этой связки является ее средняя треть, следующая по частоте локализация — место прикрепления к латеральному мыщелку большеберцовой кости (рис. 6).

С помощью ультразвукового метода поставить диагноз повреждения ПКС и ЗКС сложно: связки расположены глубоко в полости сустава и из пе-

Рис. 5. Частичное повреждение внутренней боковой коллатеральной связки в проксимальном отделе (стрелки) на сонограмме (а) и томограмме (б).

Рис. 6. Повреждение передней крестообразной связки (стрелки) на уровне средней трети (а) и в месте прикрепления к латеральному мыщелку бедренной кости (б) на МРТ.



реднего доступа визуализации недоступны. При исследовании из заднего доступа необходимо строго придерживаться анатомических ориентиров. ПКС лоцируется в месте прикрепления к латеральному мыщелку бедра в виде округлой гиперэхогенной структуры (исследователь видит ее на коротком участке в поперечном сечении). ЗКС, напротив, визуализируется в продольном сечении, расположена над ПКС, имеет четкие контуры и гипоэхогенную структуру (рис. 7). Поскольку не существует норм по размерам связок и возможны индивидуальные особенности их строения, необходимо исследовать в процессе сонографии и здоровый сустав (если такой есть).

При повреждении ПКС она утолщена или истончена по сравнению с контралатеральной связкой в месте прикрепления к латеральному мыщелку бедренной кости, контуры ее нечеткие (рис. 8). В случае отрыва от места прикрепления ПКС не лоцируется в типичном месте. Повреждение ЗКС можно заподозрить при ее утолщении, нечеткости контуров. Один из постоянных признаков повреждения крестообразных связок — наличие свободной жидкости в проекции локализации связок [10]. Публикации, посвященные ультразвуковой диагностике травм ПКС, немногочисленны, и ряд авторов полагают, что из-за невысокой чувствительности этого метода использование его для выявления рассматриваемого вида травмы ограничено [3–5]. В то же время Ptasznik и Feller [10] сообщают о 91% чувствительности сонографии в диагностике травм ПКС. На нашем материале (во всех случаях результаты были верифицированы артроскопически) этот показатель составил для ультразвукового метода 72%, для МРТ 97%.

Выявление повреждений менисков — сложная задача и для МРТ, и тем более для ультразвукового метода. Большинство исследователей признают, что точность диагностики повреждения менисков при ультразвуковом исследовании недостаточно высока и отдают предпочтение магнитно-резонансной томографии. Однако и МРТ не позволяет с высокой точностью диагностировать данный вид травмы: точность МРТ составляет около 90%, при этом без труда диагностируются только обширные, протяженные повреждения менисков [3] (рис. 9). В случае дегенеративных изменений менисков или небольших повреждений трактовка полученных томограмм может быть затруднена. Анализ публикаций, посвященных диагностике травм менисков с помощью МРТ, показывает, что точность выявления повреждений медиального мениска выше, чем латерального [3].

Что касается точности сонографии в диагностике травм менисков, то оценки ее в литературе весьма разноречивы. Некоторые авторы оценивают ее как низкую (не приводя цифровых показателей). По данным других публикаций, чувствительность этого метода диагностики при повреж-

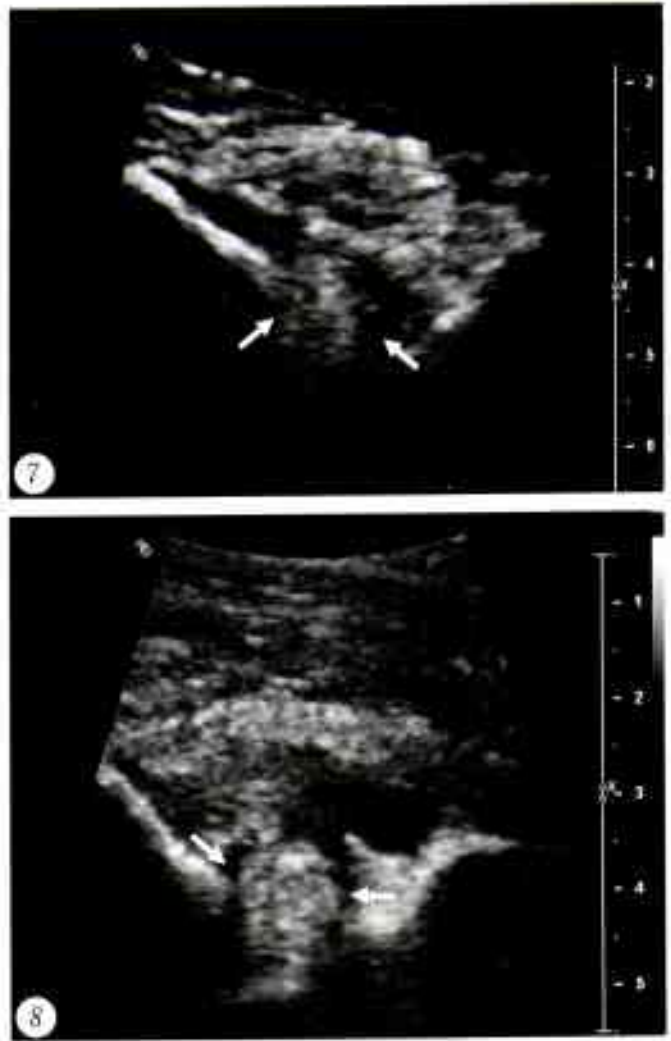


Рис. 7. Ультразвуковое изображение передней и задней крестообразных связок в норме (стрелками отмечена передняя крестообразная связка в месте прикрепления к латеральному мыщелку бедренной кости).

Рис. 8. Повреждение передней крестообразной связки на сонограмме (связка отмечена стрелками).

дениях внутреннего мениска колеблется от 86 до 91,1%, специфичность — от 68 до 80% [12, 13]. Анализ наших наблюдений показал, что точность диагностики повреждений медиального мениска составила для МРТ 86%, для ультразвукового метода 62%, повреждений латерального мениска — соответственно 78 и 55%. Результаты сонографии и магнитно-резонансной томографии во всех случаях сравнивались с данными артроскопии.

Причины невысокой точности диагностики травм менисков при ультразвуковом исследовании объективны. Визуализировать мениски на всем протяжении не позволяют особенности их анатомического расположения. При проведении сонографии 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. К характерным признакам травм менис-

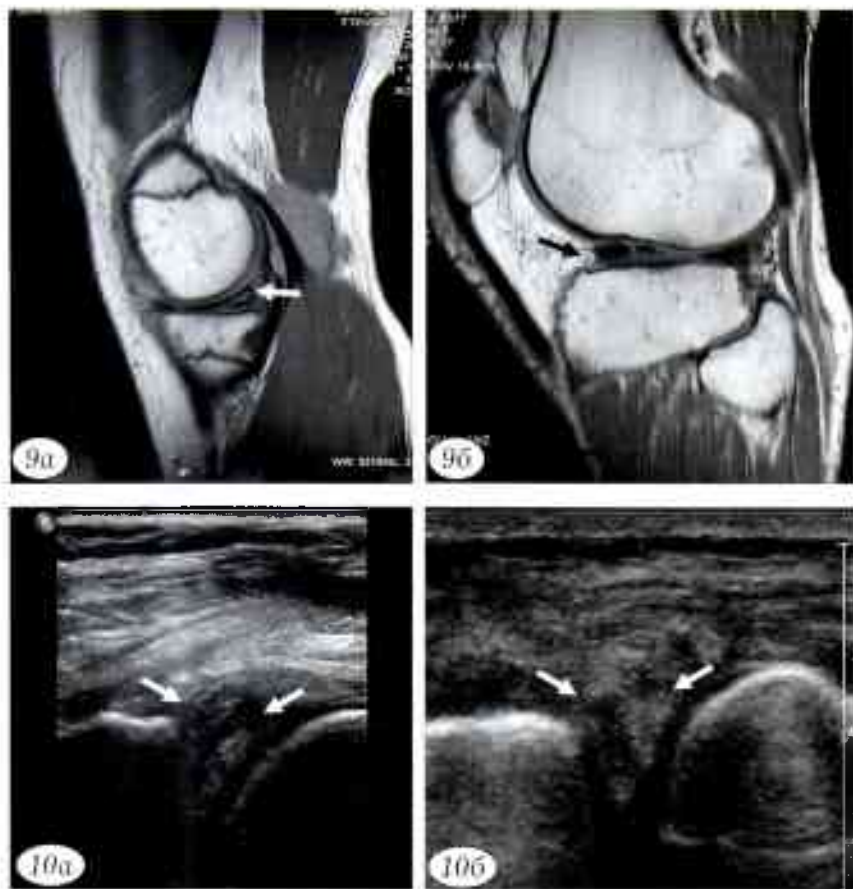


Рис. 9. МРТ при разных вариантах повреждения менисков (отмечены стрелками): а — повреждение заднего рога внутреннего мениска; б — повреждение переднего рога наружного мениска.

Рис. 10. Повреждение медиального (а) и латерального (б) менисков (отмечены стрелками) на сонограммах.

ка относятся: неоднородность структуры (появление гипоэхогенных зон), неровность, нечеткость контуров и изменение формы мениска (рис. 10). Конечно, по мере совершенствования ультразвуковых аппаратов точность диагностики возрастает, но и сегодня она еще недостаточна, чтобы целиком полагаться на сонографию в решении проблемы своевременного выявления травм менисков.

Итак, магнитно-резонансная томография остается самым точным методом диагностики травм коленного сустава. Однако необходимо учитывать, что этот метод не является в настоящее время общедоступным, тогда как ультразвуковыми сканерами оснащены практически все стационары и поликлиники. Сонография, при всех ее ограничениях в диагностике повреждений менисков и кресто-

образных связок, с успехом может быть использована в качестве скринингового метода на первом этапе обследования пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ayucu S., Altun E. et al. Knee joint examinations by magnetic resonance imaging: The correlation of pathology, age, and sex // *North Am. J. Med. Sci.* — 2010. — Vol. 2, N 4. — P. 202–204.
2. Bianchi S., Martinoli C. *Ultrasound of the musculoskeletal system.* — Springer, 2007.
3. Edwin H.G., Jeroen J. et al. MR imaging of the menisci and cruciate ligaments: a systematic review // *Radiology.* — 2003. — Vol. 226, N 3. — P. 837–848.
4. Friedman L., Finlay K., Jurriaans E. *Ultrasound of the knee* // *Skeletal Radiol.* — 2001. — Vol. 30, N 7. — P. 361–377.
5. Grobbelaar N., Bouffard J.A. *Sonography of the knee, a pictorial review* // *Semin Ultrasound CT MR.* — 2000. — Vol. 21, N 3. — P. 231–274.
6. Hoyt M., Goodemote P., Morton J. How accurate is an MRI at diagnosing injured knee ligaments? // *J. Family Pract.* — 2010. — Vol. 59, N 2. — P. 118–120.
7. Jacobson J.A. *Musculoskeletal ultrasound: focused impact on MRI* // *Am. J. Roentgenol.* — 2009. — Vol. 193, N 9. — P. 619–627.
8. Miyamoto R.G., Bosco J.A., Sherman O.H. *Treatment of medial collateral ligament injuries* // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2009. — Vol. 17, N 3. — P. 152–161.
9. Nofsinger C., Konin J.G. *Diagnostic ultrasound in sports medicine: current concepts and advances* // *Sports Med. Arthrosc.* — 2009. — Vol. 17, N 1. — P. 25–30.
10. Ptasznik R., Feller J. The value of sonography in the diagnosis of the traumatic rupture of the anterior cruciate ligament of the knee // *Am. J. Roentgenol.* — 1995. — Vol. 164, N 6. — P. 1461–1463.
11. Robinson P. *Sonography of common tendon injuries* // *Am. J. Roentgenol.* — 2009. — Vol. 193, N 9. — P. 607–618.
12. Shetty A.A., Tindall A. J. et al. Accuracy of hand-held ultrasound scanning in detecting meniscal tears // *J. Bone Jt Surg.* — 2008. — Vol. 90B, N 8. — P. 1045–1048.
13. Timotijevic S., Vukasinovic Z., Bascavovic Z. Validity of clinical and ultrasound examination related to arthroscopy in acute injury of the medial meniscus of the knee // *Srp. Arh. Celok Lek.* — 2008. — Vol. 136, N 1–2. — P. 28–32.
14. Watt I. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics* // *J. Bone Jt Surg.* — 1991. — Vol. 73B, N 4. — P. 539–550.

Сведения об авторах: Еськин Н.А. — профессор, доктор мед. наук, зам. директора ЦИТО по научной работе; Банаков В.В. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения лучевой диагностики; Тиссен Б.Т. — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения лучевой диагностики; Матвеева Н.Ю. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения функциональной диагностики.

Для контактов: Матвеева Наталья Юрьевна. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел.: (495) 450-38-01. E-mail: nymatveeva@gmail.com