

Методические аспекты визуализации органов малого таза у женщин при магнитно-резонансной томографии

Н.В. Марченко, Г.Е. Труфанов, А.В. Мищенко

*Кафедра рентгенологии и радиологии с клиникой рентгенорадиологии
Военно-медицинской академии, Санкт-Петербург*

В настоящее время магнитно-резонансная томография прочно вошла в клиническую практику, превратившись из метода с неясными показаниями к использованию в целую область радиологии, которая существенно объективизирует диагностику. Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет точно определить характер патологического процесса, его локализацию, взаимосвязь с соседними органами, а также уточнить анатомическое состояние внутренних половых органов малого таза. Выбор оптимальной тактики исследования органов малого таза с получением максимально полной и достоверной информации об имеющейся патологии существенно облегчает диагностику. Полученная информация с помощью МРТ может оказать помощь не только в плане динамического наблюдения, но и в первую очередь при планировании эндоскопической операции [9].

Основными требованиями, предъявляемыми к методу исследования в гинекологии, являются неинвазивность, безопасность, высокая информативность, отсутствие лучевой нагрузки, что позволяет выполнять исследование в динамике лечения. Следует отметить, что всем этим требованиям соответствует метод магнитно-резонансной томографии [3]. Основным преимуществом МРТ является возможность объединить некоторые лучшие свойства как УЗИ, так и РКТ в ходе одного всестороннего исследования. Как и КТ, МРТ позволяет всесторонне исследовать весь малый таз и выявить изменения лимфоузлов, брюшины, боковой стенки таза [1].

С помощью МРТ, как и УЗИ, можно получить прямые изображения во многих плоскостях. Однако при МРТ эта возможность более гибкая, поскольку изучаемые плоскости не ограничиваются доступными сонографически-

ми окнами, как при проведении трансабдоминального УЗИ [2].

При работе на высокопольном МР-томографе Magnetom Symphony фирмы Siemens с напряженностью магнитного поля 1,5 Т, особое внимание обращали на оптимизацию методики обследования, а именно на выбор и количество импульсных последовательностей, определение оптимальных проекций для получения срезов, а также на сокращение времени исследования.

На исследование пациентам рекомендовалось прибывать с умеренно наполненным мочевым пузырем, как правило, никакой другой подготовки к МРТ не требовалось. Все исследования выполнены с применением поверхностной матричной катушки для тела (CP Body Array Coil), существенно повышающей качество изображения за счет увеличения соотношения сигнал/шум. Катушка накладывалась электронным блоком в сторону головы, а пациенты подавались в тоннель магнита лежа на спине ногами вперед. При этом также одновременно подключали 2–3 сегмента специальной, встроенной в стол пациента поверхностной матричной катушки для позвоночника (CP Spine Array Coil).

Первоначальное центрирование проводилось по положению световых маркеров, устанавливаемых на линии, соединяющей крылья подвздошных костей.

Полученные ориентировочные изображения при помощи поисковой программы (Scout) в сагиттальной, аксиальной и корональной плоскостях использовали для позиционирования и выполнения взвешенных по T1- и T2-томограмм в разных проекциях. На полученных томограммах патологические состояния малого таза сразу визуализировать практически невозможно. Тем не менее стандартные протоколы необходимо позициони-

ровать изначально точно, так как они достаточно длительны по времени – от 3 до 5 мин.

Для оптимального подбора и позиционирования последовательностей с большим разрешением (меньшим полем обзора – FoV), но при этом более длительных по времени и чувствительных к двигательным и потоковым артефактам мы используем сверхбыстрые протоколы с задержкой дыхания, применяемые для МРТ органов брюшной полости (импульсную последовательность HASTE для получения T2-взвешенных изображений в корональной проекции с толщиной 6 мм, количеством срезов – 25 и длительностью исследования 25 с). Эта последовательность обеспечивает достаточную разрешающую способность и контрастность мягких тканей.

В зависимости от выявленных изменений T1-ВИ в аксиальной плоскости с применением последовательности TurboSE получали быстрое спиновое эхо толщиной – 4 мм, количеством изображений – 15, ТА – 2 мин 31 с.

Как известно, патологические изменения чаще визуализируются на T2-ВИ, поэтому томограммы в сагиттальной и при необходимости в аксиальной плоскостях мы рекомендуем получать именно по T2, применяя также TurboSE последовательности с параметрами: TR – 4300 мс, TE – 136 мс, FoV – 280 мм, толщиной 4 мм, количество срезов – 21, ТА – 4 мин 57 сек (корональная ориентация срезов) и TR – 4600 мс, TE – 102 мс, FA – 180°, матрица – 374 × 512, FoV – 320 мм, толщина среза – 4 мм, количество срезов – 23, ТА – 5 мин 17 сек (сагиттальная ориентация срезов).

Протоколы с жироподавлением для T1- и T2-ВИ использованы для проведения дифференциальной диагностики между кровоизлиянием и образованием, содержащим жир, а также для лучшей визуализации лимфоузлов.

Для лучшей визуализации увеличенных лимфатических узлов в полости малого таза была использована последовательность получения T2-ВИ с жироподавлением в корональной плоскости с задержкой дыхания на основе быстрой инверсии-восстановления (TIRM) с параметрами: TR – 5000 мс, TE – 77 мс, FA – 160°, матрица – 99 × 256 мм, FoV – 350 мм, толщина среза – 7 мм, количество срезов – 15, ТА – 20 сек. Однако методика визуализации абдоминальной лимфаденопатии требует дальнейшей оптимизации.

Использование контрастных средств при МРТ позволяет значительно увеличить объем диагностической информации, получаемой

при исследовании. Нами используются низкомолекулярные внеклеточные парамагнитные контрастные вещества для внутривенного введения на основе гадолиния (магневист, омнискан) из расчета 0,2 мл/кг массы тела. Показаниями к их применению являются сложности диагностики и дифференциальной диагностики, невозможность отграничения опухолевого процесса от окружающих тканей, необходимость структурной оценки образования, улучшение визуализации регионарной лимфаденопатии [8].

При наличии показаний к контрастному усилению T1-ВИ в аксиальной плоскости получают с применением протокола, приведенного выше. Используя этот же протокол, но с ориентацией срезов в сагиттальной плоскостях, также получают T1-ВИ, а для визуализации в корональной плоскости рекомендуется протокол со следующими параметрами: TR – 700 мс, TE – 12 мс, FA – 180°, матрица – 222 × 256 мм, FoV – 300 мм, толщина среза – 6 мм, количество срезов – 19, ТА – 2 мин 36 сек. После введения контрастного препарата все протоколы повторяются через History с пометкой “послеконтрастное исследование” в тех же позициях.

Сравнительный анализ до- и послеконтрастных T1-ВИ позволяет визуализировать усиление интенсивности сигнала от патологических объемных образований и увеличенных лимфоузлов.

Если пациенты не могут в течение 10–20 мин находиться в неподвижном состоянии (в частности, из-за выраженного болевого синдрома), что, по нашим данным, отмечается в 3–4% случаев, то объем обследования можно ограничить использованием только быстрых протоколов с задержкой дыхания.

Таким образом, предложенная нами методика позволяет получать многоплоскостные изображения органов малого таза быстро и качественно, проводить дифференциальную диагностику патологических состояний при помощи различных специальных последовательностей, а также избежать основных недостатков, к которым относятся длительное время сканирования и артефакты от двигательных и дыхательных движений.

Визуализация структур органов малого таза у женщин наиболее оптимальна на T2-ВИ с умеренно наполненным мочевым пузырем.

Матка на корональных МР-томограммах имеет овоидную форму с характерной зональной архитектурой, располагаясь в центре

малого таза, несколько ближе к передней либо к задней его стенке. Выделяют 3 слоя, или зоны, в стенке матки. Сигнал от брюшины практически не визуализируется. Далее (снаружи) визуализируется миометрий, который имеет гиперинтенсивный МР-сигнал на T2-ВИ. Средний слой, или так называемая “пограничная” зона, определяется меньшей интенсивностью и занимает от трети до четверти толщины миометрия. И наконец, с внутренней стороны определяется эндометрий, характеризующийся гипоинтенсивным сигналом, толщина которого зависит от фазы менструального цикла. Полость матки характеризуется гиперинтенсивным МР-сигналом в T2-и гипоинтенсивным – в T1-ВИ.

Шейка матки составляет треть всей ее длины и выглядит как область пониженного МР-сигнала в T1- и T2-ВИ. Это объясняется присутствием большого количества фиброзной ткани. Сигнал от цервикального канала идентичен сигналу от эндометрия. При этом в ряде случаев в цервикальном канале могут визуализироваться кистовидные образования (наботовы кисты) размером 4–7 мм.

Влагалище на сагиттальных томограммах располагается между мочевым пузырем и прямой кишкой. В среднем длина задней стенки, граничащей с прямой кишкой, составляет 7–9 см, тогда как длина передней стенки, прилегающей к мочевому пузырю, – 6–7 см. Влагалище, как и матка, лучше всего визуализируется на сагиттальных томограммах, так как возможна четкая дифференциация на фоне заполненного мочевого пузыря и прямой кишки. Интенсивность МР-сигнала от влагалища на T1- и T2-ВИ одинаково снижена. Стенки влагалища имеют еще более низкую интенсивность МР-сигнала.

Яичники лучше всего визуализируются на срезах в корональной и аксиальной плоскостях. На T1-ВИ яичники имеют сигнал, аналогичный сигналу от мышечной ткани. Они могут быть либо гомогенными, либо иметь фокальные участки пониженного МР-сигнала. На T2-ВИ яичники имеют идентичный прилежащему жиру или повышенный МР-сигнал, в то время как фолликулы представлены фокальными мелкоячеистыми гиперинтенсивными областями.

Положение, форма, величина матки и яичников могут зависеть не только от наличия патологического процесса, но и от фазы менструального цикла. Средние размеры матки у здоровых женщин репродуктивного возраста

составляют: длина – 7 см, передне-задний размер – 4 см, поперечный – 5 см. Постепенное увеличение этих размеров начинается во 2-й фазе менструального цикла и достигает максимума по его окончании. При этом, в основном, увеличиваются передне-задний (5 см) и поперечный (6 см) размеры. Форма матки при этом становится округлой. Эти изменения обусловлены состоянием эндометрия и в меньшей степени – гипертрофией мышцы матки. Величина яичников обычно не превышает 3,5 × 2,0 × 2,0 см (рис. 1).

Необходимо отметить, что интерпретация получаемых МР-изображений может затрудняться из-за ряда причин, таких, как неподготовленность пациентки к исследованию (неполный мочевой пузырь, большое количество газов в кишечнике), двигательная активность во время исследования и наличие металлических инородных тел в области малого таза [10].

Кисты придатков матки являются наиболее распространенной патологией органов малого таза. Наиболее часто встречаются функциональные кисты яичников (фолликулярные кисты и кисты желтого тела) диаметрами от 1,0 до 10 см с достаточно четкими, ровными контурами – до 3 мм. На изображениях они имеют промежуточную (изоинтенсивную) или низкую интенсивность МР-сигнала на T1-ВИ и очень высокую (гиперинтенсивную) интенсивность сигнала на T2-ВИ (рис. 2). Кисты желтого тела часто имеют геморрагическое содержимое, приводящее к укорочению времени T1 и T2 и, соответственно, к более высокой интенсивности сигнала на T1-ВИ и более низкой интенсивности сигнала на T2-ВИ.

Эндометриозные кисты в яичниках являются проявлениями гетеротопии эндометриальных желез в сочетании с окружающей их эндометриальной стромой. Очаги гетеротопии встречаются и вдоль маточно-крестцовых связок матки, а также ее боковых и задних стенок [5].

Наиболее специфичными признаками эндометриозных кист на МР-изображениях являются многокамерные объемные образования с гиперинтенсивным МР-сигналом на T1-ВИ и пониженным сигналом на T2-ВИ – “шоколадные кисты”. Менее специфичными являются признаки наличия кистозных образований с повышенным МР-сигналом на T1-и T2-ВИ (рис. 3). Внеорганные гетеротопии не видны на фоне жировой клетчатки, но при выполнении программ подавления

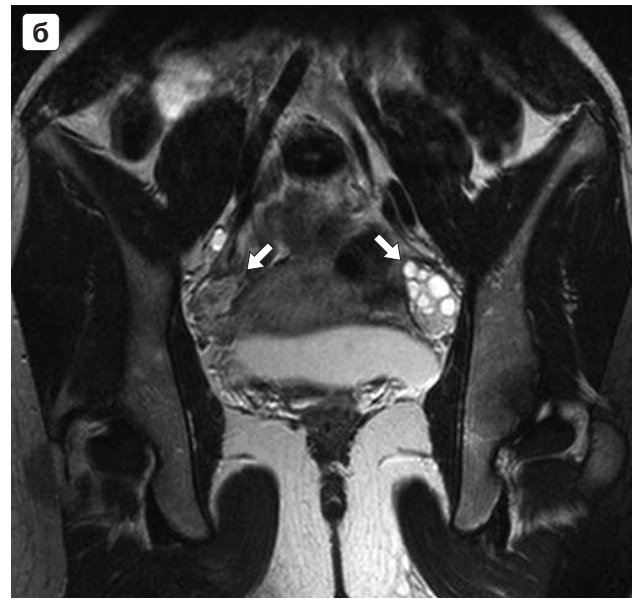


Рис. 1. МР-томограмма: а – в сагиттальной плоскости Т2-ВИ. Предпочтительна визуализация всех слоев стенки матки – эндометрия, переходного слоя, миометрия (стрелка); б – в коронарной плоскости четко визуализируются все слои стенки матки. Предпочтительна визуализация яичников (стрелки).



Рис. 2. Функциональные кисты: а – фолликулярная киста на Т2-ВИ в коронарной плоскости: тонкостенное образование, гиперинтенсивное на Т2-ВИ, без включений (стрелка); б – киста желтого тела на Т2-ВИ в коронарной плоскости с признаками биодеградации гемоглобина – гипоинтенсивное содержимое: гемосидерин (стрелка).

МР-сигнала от жировой ткани очаги эндометриоза становятся видны отчетливо.

Практически все дермоидные кисты яичников содержат жировую ткань (сальную или жировую), позволяющую отличить данные образования от любых других на основании получения изображения в определенной после-

довательности. Дермоидные кисты и геморрагические объемные образования в придатках матки имеют близкие МР-характеристики: обе эти патологии имеют повышенную интенсивность МР-сигнала на Т1-ВИ и изменчивую интенсивность на Т2-ВИ. Методика получения изображения с использованием химичес-

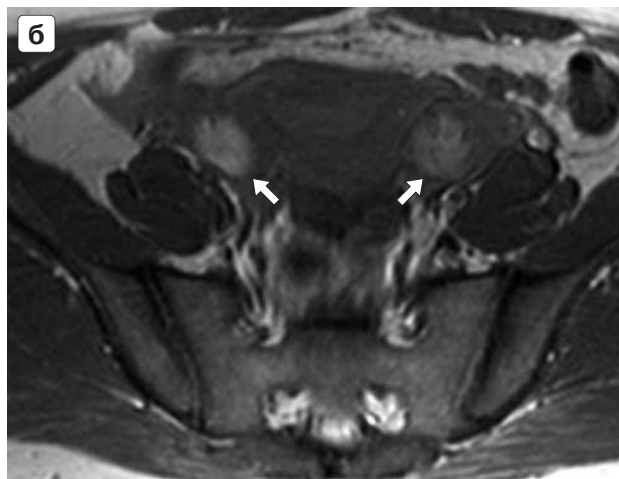
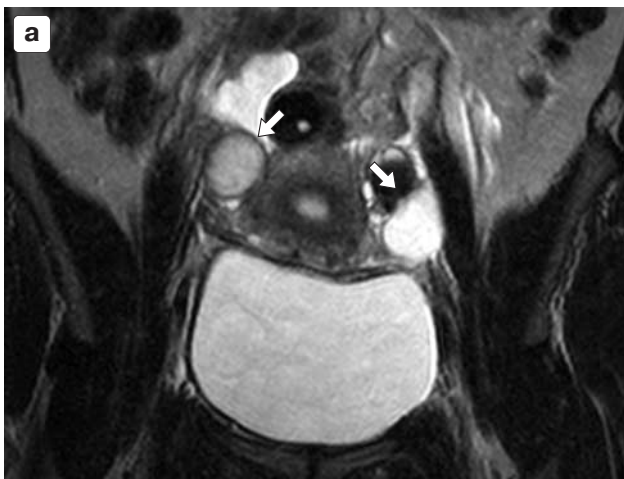


Рис. 3. Эндометриоидные кисты: а – эндометриоидные кисты обоих яичников на T2-ВИ в корональной плоскости: гиперинтенсивные округлые образования с толстыми стенками (стрелки); б – T1-ВИ в аксиальной плоскости: эндометриоидные кисты имеют неоднородный гиперинтенсивный МР-сигнал – геморрагическое содержимое (стрелки).

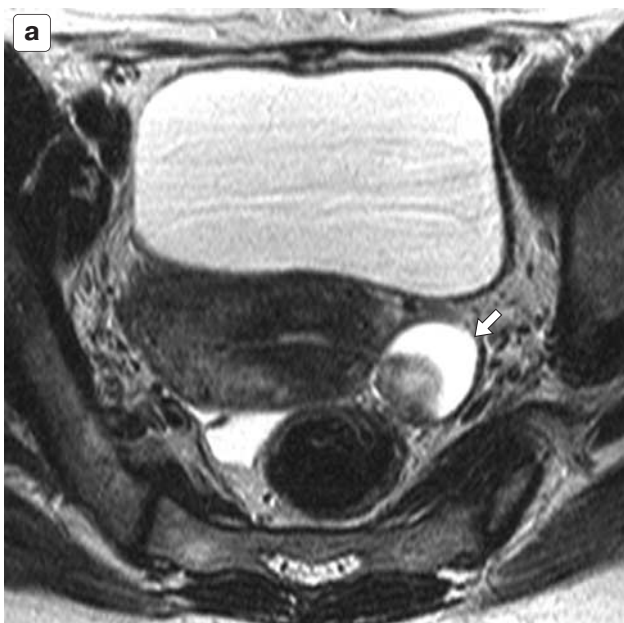


Рис. 4. Дермоидные кисты: а – дермоидная киста левого яичника с участками гипо- и гиперинтенсивных включений на T2-ВИ жировой ткани (стрелка); б – дермоидная киста на T1-ВИ с подавлением МР-сигнала от жировой ткани (стрелка). Участок геморрагии имеет гиперинтенсивный МР-сигнал.

кого сдвига позволяет окончательно идентифицировать участки жира и геморрагии [7] (рис. 4).

С помощью МРТ успешно обнаруживаются опухоли яичника. Наиболее достоверными признаками, позволяющими различать функциональные кисты и опухоли яичника, являются локальные разрастания стенки образования: сосочковые разрастания и узловатые перегородки, присутствующие в опухолях

(рис. 5), усиливающиеся при внутривенном контрастировании препаратами гадолиния.

Миома матки – доброкачественная опухоль из мышечных и соединительнотканых элементов, возникает межмышечно, затем, в зависимости от направления роста, формируется узел опухоли. При МРТ на T2-ВИ миома матки выглядит как четко очерченное образование, резко выделяющееся из окружающего миометрия. Интенсивность сигнала миомы

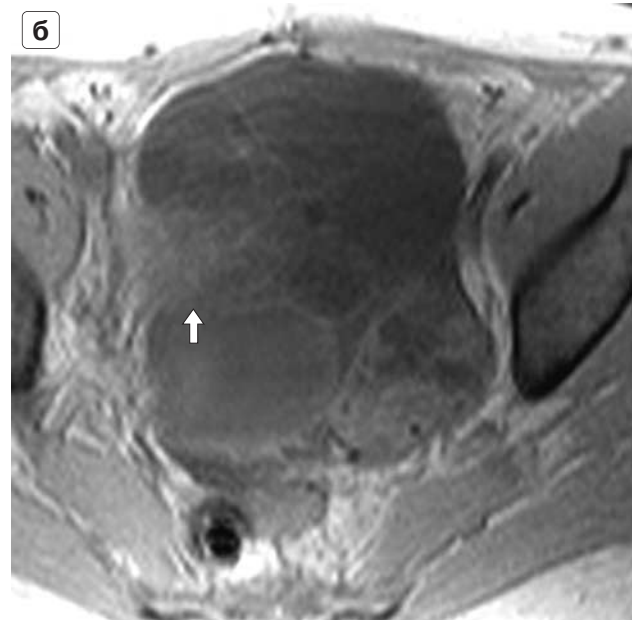


Рис. 5. Цистаденома яичника: а – цистаденома правого яичника на T2-ВИ в аксиальной плоскости: жидкостьсодержащая полость с множеством перегородок и наличием пристеночного мягкотканного компонента изоинтенсивного МР-сигнала (стрелка); б – цистаденома правого яичника на T1-ВИ в аксиальной плоскости с гипоинтенсивным МР-сигналом от жидкостного компонента образования и изоинтенсивным МР-сигналом от мягкотканного компонента (стрелка).

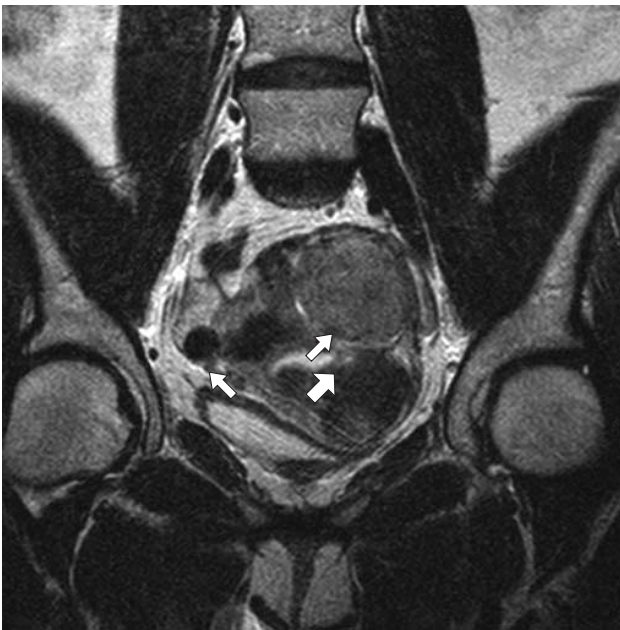


Рис. 6. Множественные миомы. На T2-ВИ в корональной плоскости визуализируются множественные миомы субсерозной, субмукозной и интрамуральной локализации (стрелки).

варьирует от равномерно низкой до равномерно высокой. МРТ хорошо определяет вид, количество узлов, их локализацию и вторичные изменения (рис. 6).

Аденомиоз (внутренний эндометриоз) характеризуется появлением в миометрии эпителиальных и стромальных элементов, имеющих эндометриальное происхождение. На T1-ВИ данный патологический процесс характеризуется гипоинтенсивностью к окружающему миометрию, распространяясь вдоль эндометрия либо формируя узлы [6]. На фоне неравномерного по толщине эндометрия могут определяться единичные гиперинтенсивные на T1- и T2-ВИ мелкие кисты (рис. 7).

Таким образом, магнитно-резонансная томография играет существенную роль в диагностике заболеваний органов малого таза, что в немалой степени зависит от тех преимуществ, которыми обладает данный метод при сравнении с уже успешно и давно применяемыми методиками. Достоинства и недостатки МРТ обуславливают целесообразность использования данного метода при диагностике различных заболеваний. К основным достоинствам МРТ относится: отсутствие лучевой нагрузки, неинвазивность, трехмерный характер изображений, естественный контраст от движущейся крови, отсутствие артефактов от



Рис. 7. Аденомиоз. На T2-ВИ в сагиттальной плоскости имеется асимметричное увеличение толщины передней стенки матки, неравномерное утолщение переходной зоны вдоль эндометрия в виде гипоинтенсивного МР-сигнала без четких контуров, на фоне которого определяются единичные мелкие гиперинтенсивные кисты (стрелка).

костных тканей. К основным недостаткам относятся: достаточно большое время исследования, что может приводить к возникновению двигательных и дыхательных артефактов; невозможность надежного выявления камней, кальцификатов; существенно высокая стоимость оборудования и его эксплуатации; не-

возможность обследования больных с искусственными вводителем ритма, крупными металлическими имплантатами. Перечисленные преимущества данного метода, точность локализации патологического процесса, его взаимоотношение с окружающими тканями малого таза позволяют осуществлять возможность выбора своевременного и качественного терапевтического и хирургического лечения.

Список литературы

1. Адамян Л.В., Кулаков В.И., Мурватов К.Д., Макаренко В.Н. Спиральная компьютерная томография в гинекологии: Атлас. М.: Медицина, 2001. 288 с.
2. Гажонова В.Е. Ультразвуковая диагностика в гинекологии. 3 Д. М.: МЕДпресс-информ, 2005. 264 с.
3. Кулаков В.И., Адамян Л.В., Мурватов К.Д. Магнитно-резонансная томография в гинекологии. М.: Антисдор, 1999. 192 с.
4. Терновой С.К., Сеницын В.Е. Развитие магнитно-резонансной томографии на рубеже 20 века // Мед. радиол. 1998. № 1. С. 21–24.
5. Arrive, Hricak H., Martin M.C. Pelvic endometriosis: MR imaging // Radiology. 1989. V. 171. P. 687–92.
6. Brown J.J., Thurnher S., Hricak H. MR imaging of the uterus: low signal – intensity abnormalities of the endometrium end endometrial cavity // Magn. Reson. Imaging. 1990. V. 8. P. 309–313.
7. Guinet C., Buy J.N., Chossain M.A. et al. Fat suppression techniques in MR imaging of mature ovarian teratomas: comparison with CTI // Eur. J. Radiol. 1993. V. 17. P. 117–121.
8. Hamm B., Laniado M., Saini S. Contrast – enhanced magnetic resonance imaging of the abdomen and pelvis // Magn. Reson. Q. 1990. V. 6. P. 108–135.
9. Reuter K.L., Young S.B., Surette S.P. The role of magnetic resonance imaging in problematic gynecologic diagnoses // Magn. Reson. Imaging. 1994. V. 12. P. 569–576.
10. Togashi K. MRI of the female pelvis. Tokyo: Igaku-Shoin, 1993. 207 p.