

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДИАГНОСТИКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ТАЗОВОЙ БОЛИ У ЖЕНЩИН МЕТОДОМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Завылова К.А.<sup>1</sup>, Шахов Б.Е.<sup>1</sup>, Сафонов Д.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, e-mail: zavylowa.k.a@yandex.ru

Настоящий литературный обзор отражает современные научные, практические и теоретические достижения в мире по диагностике причин хронических тазовых болей у женщин методом магнитно-резонансной томографии (МРТ). Хроническая тазовая боль (ХТБ) у женщин - это постоянная нециклическая боль в области таза длительностью более 6 месяцев. ХТБ может быть симптомом как гинекологической, так и негинекологической патологии. Для установления точного диагноза необходимы данные клинического исследования, инвазивные и неинвазивные методы оценки состояния структур малого таза. МРТ в настоящее время используется в качестве второй линии диагностики у пациентов с ХТБ после оценки результатов УЗИ. Среди распространенных гинекологических причин развития ХТБ выделяют эндометриому яичников, перитонеальные имплантаты и глубокий инфильтративный эндометриоз, миому, синдром варикозного расширения вен таза, спайки, хронические воспалительные заболевания, цистаденому и сакроилеит. Благодаря возможности провести полную оценку всех отделов малого таза и смежных анатомических областей в рамках одного исследования, МРТ является предпочтительным методом для исключения всех возможных причин ХТБ, что, в свою очередь, позволяет выбрать адекватную лечебную тактику и спланировать работу мультидисциплинарной команды.

Ключевые слова: хроническая тазовая боль, миома матки, эндометриоз, сакроилеит, магнитно-резонансная томография, малый таз.

## MODERN CONCEPTS OF THE MRI DIAGNOSTIC OF CHRONIC PELVIC PAIN IN WOMEN

Zavylowa K.A.<sup>1</sup>, Shakhov B.E.<sup>1</sup>, Safonov D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Privolzhsky Research Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, e-mail: zavylowa.k.a@yandex.ru

This literary review illustrates current scientific, practical and theoretical achievements in the world regarding the magnetic resonance imaging (MRI) diagnostic of chronic pelvic pain (CPP) in women. Chronic pelvic pain is noncyclic pain that lasts six months or more; is localized to the pelvis, affected women of reproductive age and may caused gynecological and nongenitological pathologies. Diagnosis requires a combination of clinical history, invasive and non-invasive techniques. Diagnostic imaging is necessary for treatment planning. MRI is as a second-line technique after ultrasound. The MRI appearance of chronic pelvic pain is variable and depends on the parameters of MRI protocol. The purpose of diagnostic is to find all possible causes of CPP. Common gynaecological causes of CPP are ovarian endometrioma, peritoneal implants and deep pelvic endometriosis, fibroid, pelvic congestion syndrome, adhesions, chronic inflammatory diseases, cystadenoma, sacroiliitis. Owing to the possibility to perform a complete assessment of all pelvic compartments at one time, MRI represents the best imaging technique for excluding all possible causes of CPP, in order to choose the more appropriate surgical approach and to plan a multidisciplinary team work.

Keywords: endometriosis, fibroid, chronic pelvic pain, sacroiliitis, magnetic resonance imaging, pelvis.

Хроническая тазовая боль (ХТБ) у женщин определяется как постоянная нециклическая боль, ощущаемая в области таза, длительностью более 6 месяцев [1].

Диагностика причин ХТБ во всем мире является сложной и неоднозначной проблемой. Несвоевременный и неполный диагноз, установленный при бессистемном использовании различных диагностических методов, и последующая неадекватная лечебная тактика ведут к усугублению болевого синдрома и прогрессированию психоэмоциональных

нарушений.

У женщин тазовая боль может быть симптомом заболеваний репродуктивной, мочевой и пищеварительной систем, а также мышечно-скелетной патологии. Целью объективного обследования пациентов в таком случае является выявление всех возможных невралгических, суставных, мышечных, органных источников боли, а также факторов, предрасполагающих к развитию соматических заболеваний [2].

Стандартного диагностического алгоритма ХТБ на данный момент не разработано.

Цель настоящего обзора - дать представление о роли и возможностях магнитно-резонансной томографии в диагностическом алгоритме хронической тазовой боли у женщин. Был выполнен анализ литературных источников российских и международных баз данных по проблеме хронической тазовой боли.

В настоящее время в мировой практике для оценки состояния органов малого таза женщин используются данные клинического исследования, ультразвуковое сканирование (УЗИ) с цветовым картированием и спектральной доплерографией и магнитно-резонансная томография. Высокая информативность, неинвазивность, безопасность и возможность применения в массовых скрининг-осмотрах сделали ультразвуковое исследование универсальным для диагностики заболеваний органов малого таза у женщин. Однако многие исследователи отмечают зональную ограниченность получаемой информации при УЗИ и высокий процент ошибок при выявлении таких патологических изменений, как множественная миома с субмукозной локализацией узлов, субсерозный узел на узком основании, узлы миомы диаметром менее 2 см, в определении эхографических признаков нарушения питания узлов, спаечного процесса малого таза, а также инфильтративных форм эндометриоза [3; 4]. К тому же УЗИ не является стандартизированным методом, качество исследования зависит от опыта, квалификации врача и технических характеристик ультразвуковых сканеров.

Особое место последние годы в диагностике ХТБ занимает магнитно-резонансная томография, вызывающая широкий научно-практический интерес, позволяющая определить характер и локализацию патологического процесса и состояние окружающих структур. Данный метод обладает рядом преимуществ: обеспечивает высокую относительную контрастность мягких тканей, возможность мультипланарных реконструкций, избирательное подавление сигнала от различных типов тканей и, как следствие, высокую точность диагностики заболеваний внутренних органов без необходимости внутривенного введения контрастирующих веществ [5]. Другим значимым преимуществом МРТ является отсутствие ионизирующего излучения, что определяет безопасность применения методики даже при многократном повторении до и после хирургического лечения.

Однако, несмотря на наличие значимых преимуществ МРТ, больших статистически значимых исследований по использованию МРТ в диагностике ХТБ до сих пор не было.

Необходимость комплексного использования МРТ и УЗИ для диагностики заболеваний органов малого таза отмечают многие авторы. Такой подход позволяет не только определить степень поражения органа и распространение процесса на окружающие ткани, но и разработать индивидуальный план лечения, спланировать доступ и объем оперативного вмешательства, тем самым сократив общие сроки лечения и снизить частоту рецидивов болевого синдрома [6].

Noventa M. et al. (2015) также отмечают необходимость использования эхографии в качестве первого этапа при оценке структур малого таза, а МРТ – в качестве метода выбора при негативной и сомнительной УЗИ-картине [7].

Рациональность сочетанного применения УЗИ и МРТ подтверждают и результаты исследования Sofic A. et al. (2018), в котором авторы рассматривают УЗИ малого таза как безопасный и недорогой скрининговый метод при заболеваниях придатков и матки. Так, чувствительность трансвагинального УЗИ и МРТ для эндометриоидных кист составляет 84% и 100% соответственно, для геморрагических кист - 88,2% и 100%, для tuboовариальных образований - 58,3% и 83,3%, для дермоидных кист - 62,5% и 87,5%. Общая чувствительность УЗИ для всех этих патологических образований составила 78,4%, МРТ - 94,6%. МРТ, по мнению авторов, является вторым этапом в диагностическом алгоритме ХТБ, позволяющим во многих случаях более точно идентифицировать генез образований малого таза [8].

Значимым преимуществом МРТ перед эхографией является стандартизация исследования, оценка скорости диффузии на серии DWI и возможность объективного контроля за состоянием структур малого таза на фоне проводимой терапии [9]. Так, Suzuki Y. et al. (2018) в своей работе сообщают о возможности дифференциальной диагностики доброкачественных и потенциально злокачественных миом по среднему коэффициенту диффузии, измеряемому на картах ADC при МР-исследовании [10].

Exacoustos C. et al. (2017) в своём исследовании демонстрируют эффективность использования МРТ в качестве второй линии диагностики у пациентов с глубоким инфильтративным эндометриозом после оценки результатов трансвагинального УЗИ [11].

Высокая диагностическая точность МРТ в диагностике различных форм эндометриоза показана еще в 1989 г. в работе Togashi K. et al., в которой авторы выделили МР-признаки аденомиоза как относительно гомогенные участки гипоинтенсивного с редкими включениями гиперинтенсивного сигнала на T2 ВИ без четких контуров. Используя данный критерий, аденомиоз был обнаружен у 98,9% пациенток с увеличенной маткой [12].

В 2016 г. опубликовано сообщение Nisenblat V. et al. об эффективности использования МРТ и УЗИ для выявления различных форм эндометриоза [13]. В результате проведенного обследования, в ходе которого данные МРТ и УЗИ 179 пациентов сравнивали с результатами лапаротомии и лапароскопии, чувствительность МРТ в диагностике эндометриоза составила - 95%, специфичность - 91%, для трансвагинального УЗИ чувствительность составила – 93%, специфичность – 96%. В диагностике глубокого инфильтративного эндометриоза, по данным обследования 266 пациентов, чувствительность МРТ составила 94%, специфичность - 77%; для трансвагинального УЗИ чувствительность – 79%, специфичность – 94%.

Vazot и соавт. (2017) в своей работе уточнили МР-критерии внутреннего эндометриоза: локальное или диффузное расширение транзитной зоны > 12 мм, очаги гипоинтенсивного сигнала с гиперинтенсивными кистозными включениями в миометрии в T2 ВИ, гиперинтенсивные включения в миометральном слое матки на T1FS ВИ. Авторы отмечают, что наиболее информативными последовательностями для диагностики эндометриоза являются T2 ВИ, T1 ВИ в двух ортогональных проекциях с широким полем обзора (от уровня почечных ворот до лобкового симфиза). Для выявления эндометриоза яичников авторы рекомендуют использовать T1 и T1 FS ВИ, а в качестве альтернативы T1ВИ предлагают методику T1 DIXON ВИ [14].

Необходимо отметить тот факт, что не во всех случаях при структурных изменениях транзитной зоны миометрия диагностируется гистологически подтвержденный аденомиоз. Так, Di Donato N. et al. в своей работе выделяют «подэндометриально-миометральную зону» в качестве новой нозологической единицы, не связанной с аденомиозом, но имеющей сходные характеристики МР-сигнала [15].

В 2017 г. Н. Krentel et al. в своём обзоре, анализируя данные крупных исследований пациентов, пришли к выводу о необходимости использования МРТ и в дифференциальной диагностике аденомиоза и лейомиомы [16].

Одно из наиболее значимых исследований, посвященных диагностической ценности МРТ при различных формах эндометриоза, было проведено Е.Н. Пучковой и соавт. (2014). Авторами определены визуальные МР-критерии для эндометриоза пузырно-маточного кармана, мочевого пузыря, мочеточника, связочного аппарата матки, яичников, фаллопиевых труб, влагалища, ретроцервикальной области, кишечника. Авторы отмечают высокую точностью МРТ в оценке степени инвазии эндометриоза в стенку кишки и шейку матки, а также степень и протяжённость сужения просвета кишки. Однако в данной работе протокол исследования содержал только T2, T2FS, T1 и T1FS импульсные последовательности с малым полем обзора в 280 мм [17]. Основным фактором, вызвавшим колебания в точности МР-диагностики, явились затруднения при дифференцировании жировой ткани и

геморрагического компонента, артефакты от перистальтики кишечника, а также локальные сокращения миометрия матки, имитирующие очаги аденомиоза на T2-ВИ.

Последовательное применение эхографии и МРТ наиболее эффективно при подозрении на сочетанную гинекологическую патологию и при объёмных образованиях малого таза значительных размеров с целью уточнения их генеза. Так, в исследовании Н. Krentel et al. (2017) продемонстрирована экономическая целесообразность МРТ у пациенток с одновременным наличием гинекологических и экстрагенитальных факторов развития ХТБ [16].

С целью повышения точности диагностики многими авторами предложены пути оптимизации протокола МР-импульсных последовательностей. Так, Takeuchi M. et al. (2015) в своей работе демонстрируют эффективность использования кроме стандартных и последовательность SWI для визуализации эндометриоидных имплантов в передней брюшной стенке, а также эндометриоидных кист. Также авторы отмечают высокую чувствительность данной последовательности к выраженному скоплению газа в петлях кишечника, что ограничивает ее рутинное использование в МР-протоколе [18].

Для оценки особенностей сокращения миометрия матки стандартный МР-протокол сканирования целесообразно дополнить серией сверхбыстрых T2 HASTE импульсных последовательностей (Half-Fourier acquisition single shot turbo-spin-echo, SSFSE) с короткими интервалами (2-4 секунды) и общим временем сканирования в 2 мин [19].

Kim H.J. et al. (2016) предложили оптимизировать методику МРТ для дифференциальной диагностики эндометриом и геморрагических кист яичников с использованием ADC-карт диффузии и оценки коэффициента диффузии, представив средние значения коэффициентов:  $1.06 \pm 0.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  для эндометриом и  $0.73 \pm 0.29 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  для геморрагических кист соответственно [20].

МРТ, благодаря высокой тканевой контрастности и возможности получения большого количества тонких срезов, позволяет идентифицировать признаки доброкачественного и злокачественного роста образований и дифференцировать различные виды цистаденом.

В 2013 г. Юхно Е.А. и соавт. на примере 12 клинических случаев (из 117 больных с эндометриомами, находившихся на диспансерном наблюдении) показали высокую информативность МРТ в неинвазивной диагностике малигнизации эндометриоидных кист яичников и отметили необходимость использования тонкосрезовых (3 мм) T2 и T1 импульсных последовательностей с целью оценки регресса феномена «затенения» на T2-ВИ – достоверного признака малигнизации эндометриом [21].

Czeyda-Pommersheim F. et al. (2017) опубликовали результаты клинического исследования 99 пациентов с подозрением на хронический воспалительный процесс матки и

придатков и отметили безусловное преимущество МРТ перед УЗИ в диагностике гидросальпинксов. Авторы считают, что МРТ является альтернативой эхографии и лапароскопии при подозрении на спаечный процесс в полости малого таза [22].

Кроме вышеперечисленных гинекологических факторов, причиной развития ХТБ может стать и экстрагенитальная патология, и во многих случаях МРТ является методом выбора. Так, для исключения возможных заболеваний с повреждением ягодичной ветви заднего кожного нерва бедра, генитофemorального, илеогипогастрального, илеоингинального нервов, срамного нерва, проводящих путей S2–S4, наличием синдрома конского хвоста (Cauda equina complex), тораколумбарной патологии, периневральных кист и другой патологии, помимо полного клинического обследования, показана МРТ малого таза и позвоночника (от нижнегрудного отдела до копчика).

Ahmadi F. e al. (2017) в своей работе продемонстрировали необходимость исследования пояснично-крестцового отдела у пациенток с ХТБ с целью исключения периневральных кист Тарлова, одной из возможных причин ХТБ за счет масс-эффекта [23].

Для диагностики сакроилеита и дегенеративно-дистрофических изменений пояснично-крестцового отдела позвоночника наиболее предпочтительной методикой также является МРТ с использованием T1, T2 и T2 STIR ВИ [24].

Полиэтиологичная природа ХТБ тем временем диктует необходимость адаптации методики МРТ с целью получения набора томограмм с визуализацией сразу нескольких смежных областей в рамках одного исследования: собственно области малого таза, нижнего этажа брюшной полости, крестцово-подвздошных сочленений, пояснично-крестцового отдела позвоночника и лонного сочленения.

В настоящее время для пациентов с ХТБ не существует специального протокола МРТ. Данные о МР-протоколах малого таза у пациенток с ХТБ противоречивы, исследователи используют различные проекции для получения изображений, не разработан стандартный алгоритм МР-последовательностей.

В большинстве случаев используется протокол МР-сканирования малого таза, включающий следующие импульсные последовательности: T2 ВИ sag, T2 ВИ axial, T2 ВИ oblique, 2D T1 ВИ, 2D T1 ВИ FS [25; 26] со стандартной шириной поля обзора в 280-300 мм. Вопрос о толщине среза, оптимальной ширине поля обзора, а также необходимости дополнительного использования последовательностей SWI, DWI, DIXON, STIR, 3D SPACE и сочетании их с вышеперечисленными до сих пор остается открытым. Появление технологий iPAT (GRAPPA и mSENSE), Tim, Blade, использование респираторного триггера позволяют дополнительно влиять на взаимоотношение основных параметров построения МР-изображения и выполнять эффективную постобработку полученных данных. Сочетанное

использование двух циркулярно-поляризованных катушек для покрытия одновременно нижнего этажа брюшной полости и малого таза обеспечивает большую гибкость и свободу выбора нужной области сканирования без необходимости последовательной установки нескольких катушек. Это сокращает время пребывания пациента в туннеле магнита и дает возможность адаптировать протокол МРТ малого таза в зависимости от конкретных диагностических задач.

**Заключение.** Таким образом, имеющиеся в доступной отечественной и зарубежной литературе сведения об использовании УЗИ и МРТ для диагностики отдельных нозологий гинекологической и негинекологической патологии достаточно обширны. Литературные сообщения свидетельствуют о большой перспективности выполнения мультипараметрической МРТ для исключения гинекологических и экстрагенитальных факторов у пациентов с ХТБ.

Диагностический алгоритм у пациенток с ХТБ должен включать мультипараметрическую МРТ в качестве второго этапа лучевого исследования после эхографии.

### Список литературы

1. Speer L.M., Mushkbar S., Erbele T. Chronic Pelvic Pain In Women. Am Fam Physician. 2016. no.93 (5). 380-387.
2. Есин Р.Г., Федоренко А.И., Горобец Е.А. Хроническая неспецифическая тазовая боль у женщин: мультидисциплинарная проблема (обзор) // Медицинский альманах. 2017. №(5). С.97-101. DOI: 10.21145/2499-9954-2017-5-97-101.
3. Малышкина Д.А., Нагорный С.Н., Герасимов А.М. Эффективность дооперационной диагностики распространенных форм эндометриоза // Медико-биологические, клинические и социальные вопросы здоровья и патологии человека. 2016. С. 145–147.
4. Valentini A.L., Gui B., Basilico R. Magnetic resonance imaging in women with pelvic pain from gynaecological causes: a pictorial review. La radiologia medica. 2012. no.117 (4). P. 575-592. DOI: 10.1007/s11547-011-0773-7.
5. Трофименко И.А., Шевченко А.В. Дифференциальная диагностика хронических тазовых болей у женщин методом магнитно-резонансной томографии // Бюллетень сибирской медицины. 2012. № 11 (5). С. 1-3.
6. Московенко Н.В. Комплексный подход к диагностике и лечению тазовой боли у женщин. // Казанский медицинский журнал. 2012. №93(1). С. 61-67.
7. Noventa M., Saccardi C., Litta P., Vitagliano A., D'Antona D., Abdulrahim B., Duncan A.,

Alexander-Sefre F., Aldrich C.J., Quaranta M., Gizzo S. Ultrasound techniques in the diagnosis of deep pelvic endometriosis: algorithm based on a systematic review and meta-analysis. *Fertil Steril*. 2015. no.104(2). P. 366-383. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2015.05.002.

8. Sofic A., Husic-Selimovic A., Katica V., Jahic E., Delic U., Sehic A., Julardzija F. Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Transvaginal Ultrasonography (TVU) at Ovarian Pain Caused by Benign Ovarian Lesions. *Acta Inform Med*. 2018. no.26(1). P. 15-18. DOI: 10.5455/aim.2018.26.15-18.

9. Меджидова А.М., Эседова А.Э. Актуальные вопросы диагностики и лечения бесплодия у женщин с внутренним генитальным эндометриозом // *Research'n Practical Medicine Journal*. 2017. №4(4). С. 89-98.

10. Suzuki Y., Wada S., Nakajima A., Fukushi Y., Hayashi M., Matsuda T., Asano R., Sakurai Y. et al. Magnetic Resonance Imaging Grading System for Preoperative Diagnosis of Leiomyomas and Uterine Smooth Muscle Tumors. *J. Minim Invasive Gynecol*. 2018. no.25(3). P. 507-513.

11. Exacoustos C., Zupi E., Piccione E. Ultrasound Imaging for Ovarian and Deep Infiltrating Endometriosis. *Semin Reprod Med*. 2017. no.35 (1). 5-24.

12. Togashi K., Ozasa H., Konishi I., Itoh H., Nishimura K., Fujisawa I., Noma S., Sagoh T., Minami S., Yamashita K. Enlarged uterus: differentiation between adenomyosis and leiomyoma with MR imaging. *Radiology*. 1989. no.171(2). P. 531-534.

13. Nisenblat V., Bossuyt P.M., Farquhar C., Johnson N., Hull M.L. Imaging modalities for the non-invasive diagnosis of endometriosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. no.2(2). CD009591. DOI: 10.1002/14651858.CD009591.pub2.

14. Bazot M., Bharwani N., Huchon C., Kinkel K., Cunha T.M., Guerra A., Rockall A.G. European society of urogenital radiology (ESUR) guidelines: MR imaging of pelvic endometriosis. *European Radiology*. 2017. no.27(7). P. 2765-2775. DOI: 10.1007/s00330-016-4673-z.

15. Di Donato N, Bertoldo V, Montanari G, Zannoni L, Caprara G, Seracchioli R. A simple sonographic sign associated to the presence of adenomyosis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015. no.46 (1). P. 126-7. DOI: 10.1002/uog.14750.

16. Krentel H., Cezar C., Becker S., Di Spiezio Sardo A., Tanos V., Wallwiener M., De Wilde R.L. From Clinical Symptoms to MR Imaging: Diagnostic Steps in Adenomyosis. *BioMed Research International*. 2017. no.2017. 1514029. DOI:10.1155/2017/1514029.

17. Пучкова Е.Н., Мершина Е.А., Сеницын В.Е. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике тазового инфильтративного эндометриоза // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014. №(3). С. 24-34. DOI: 10.20862/0042-4676-2014-0-3-24-34.

18. Takeuchi M., Matsuzaki K., Harada M. Susceptibility-weighted MRI of extra-ovarian

endometriosis: preliminary results. *AbdomImaging*. 2015. no.40(7). P. 2512-6.

19. Nakai A., Reinhold C., Noel P., Kido A., Rafatzand K., Ito I., Togashi K. Optimizing cine MRI for uterine peristalsis: a comparison of three different single shot fast spin echo techniques. *J. Magn Reson Imaging*. 2013. no.38(1). P. 161-7. DOI: 10.1002/jmri.23946.

20. Kim H.J., Lee S.Y., Shin Y.R., Park V.S., Kim K. The value of diffusion-weighted Imaging in the differential diagnosis of ovarian lesions: a meta-analysis. *PLoS One*. 2016. no.11(2). e0149465.

21. Южно Е. А., Трофименко И. А., Труфанов Г. Е. Малигнизация эндометриоидных кист в аспекте магнитно-резонансного исследования: семиотика и диагностические ошибки // *Опухоли женской репродуктивной системы, диагностика*. 2013. №(3). С. 4.

22. Czeyda-Pommersheim F., Kalb B., Costello J., Liao J., Meshksar A., Arif Tiwari H., Martin D. MRI in pelvic inflammatory disease: a pictorial review. *Abdom Radiol*. 2017. no.42(3). P. 935. DOI: 10.1007/s00261-016-1004-4.

23. Ahmadi F, Akhbari F. Adnexal masses or perineural (tarlov) cysts? Differentiation by imaging techniques: A case report. *International Journal of Reproductive Biomedicine*. 2017. no.15(9). P. 589-592.

24. Khmelinskii N, Regel A, Baraliakos X. The Role of Imaging in Diagnosing Axial Spondyloarthritis. *Frontiers in Medicine*. 2018. no.5. P. 106. DOI:10.3389/fmed.2018.00106.

25. Gui B., Valentini A.L, Ninivaggi V., Miccò M., Zecchi V., Grimaldi P.P., Cambi F., Guido M., Bonomo L. Shining light in a dark landscape: MRI evaluation of unusual localization of endometriosis. *Diagn. Interv. Radiol*. 2017. no.23(4). P. 272-281.

26. Lee S.R., Kim Y.J., Kim K.G. A Fast 3-Dimensional Magnetic Resonance Imaging Reconstruction for Surgical Planning of Uterine Myomectomy. *J. Korean Med. Sci*. 2018. no.33(2). e12.