

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИЕЙ И РЕНТГЕНОГРАФИЕЙ

ПОПОВ А.Б., ЛИТВЯКОВ А.М.

*Витебский государственный медицинский университет,
кафедра госпитальной терапии*

Резюме. Цель исследования – определить чувствительность и специфичность трансабдоминального ультразвукового исследования поясничного отдела позвоночника в сравнении с магнитно-резонансной томографией и рентгенографией. Ультразвуковое исследование проведено у 67 лиц, из них 34 сделана магнитно-резонансная томография, 33 – рентгенография. Показано, что УЗИ имеет высокую чувствительность (75-100%) и специфичность (91,4-100%) при выявлении патологических изменений передней поверхности поясничного отдела позвоночника (протрузии, вентральные остеофиты, спондилолистез, оссификация переднего контура межпозвонковых дисков). Достоверность результатов УЗИ несколько уменьшается при патологии заднего контура (грыжи дисков, сужение спинномозгового канала), где чувствительность составляет 62,2-73,9%, специфичность – 96,1-97,2%. Чувствительность УЗИ в выявлении отдельных видов патологии (сужение корешковых каналов, толщина фиброзного кольца) низка и составляет 12,5-33,9% при достаточно высокой его специфичности (85,2-96,1%).

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, рентгенография, чувствительность, специфичность.

Abstract. The study was performed to determine sensitivity and specificity of transabdominal ultrasonography of lumbar spine compared to magnetic resonance imaging and plain radiography. 67 patients were investigated by ultrasonography, 34 of them by MRI, and 33 by radiography. Ultrasonography was shown to have a high level of sensitivity (75-100%) and specificity (91,4-100%) on revealing the pathology of anterior contour of lumbar spine (protrusions, ventral osteophytes, spondylolisthesis, ossification of anterior contour of intervertebral disks). The reliability of ultrasonography decreases on revealing the pathology of posterior contour (diskal hernia, narrowing of the spinal canal), where sensitivity is 62,2-73,9%, specificity – 96,1-97,2%. Sensitivity of ultrasonography in some kinds of pathology (narrowing of spinal root canals, thickening of fibrous ring) is low (12,5-33,9%), although specificity is quite high (85,2-96,1%).

Диагностика поражений структур поясничного отдела позвоночника является актуальной проблемой. Каждая из применяемых в настоящее время методик имеет свои ограничения. Результаты клинического обследования, включая и неврологический статус, обычно недостаточны для определения локализации и выраженности поражений структур позвоночного столба [5]. Рентгенография позволяет визуализировать только костные изменения, и о патологии мягких тканей приходится судить по косвенным признакам. Магнитно-резонансная

томография (МРТ) и компьютерная рентгеновская томография (КТ), признанные в настоящее время эталонными методиками, имеют свои ограничения (чрезвычайно высокая стоимость, недоступность всем нуждающимся, ограничения в визуализации костных и мягкотканых структур, высокая лучевая нагрузка при КТ). Миелография, эпидурография и дискография – инвазивные методики, применяемые нечасто и по строгим показаниям.

В последние годы появился ряд статей, предложивших новый метод диагностики состояния поясничного отдела позвоночника – трансабдоминальное ультразвуковое исследование (УЗИ). Определена нормальная ультра-

звуковая картина данных структур, изучены корреляции между ультразвуковым изображением межпозвонковых дисков (МПД) и их анатомическими и макроморфологическими параметрами как в норме, так и при наличии патологических изменений [6, 7, 10]. Установлены УЗИ-признаки различных дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника, в первую очередь различных проявлений остеохондроза его поясничного отдела. Проведено сравнение результатов УЗИ с миелографией, КТ, МРТ и дискографией [1, 4, 8, 9, 11].

Однако УЗИ поясничного отдела позвоночника до сих пор не получило широкого распространения, вероятно, из-за того, что в проведенных исследованиях получены противоречивые результаты чувствительности и специфичности данной методики. Цифры чувствительности колеблются от 0,73 до 0,95, специфичности от 0,38 до 1,0 [1, 3, 9]. К тому же имеющиеся данные не охватывают весь спектр патологии, которую может обнаружить УЗИ-метод. В основном они касаются грыж МПД и сужения спинномозгового канала (СМК).

Нами была поставлена цель определить чувствительность и специфичность УЗИ отдельно по каждому виду дегенеративно-дистрофических изменений, взяв для сравнения наиболее широко распространенную методику – рентгенографию и эталонную методику визуализации структур поясничного отдела позвоночника – МРТ.

Методы

Трансабдоминальное УЗИ проведено у 67 лиц (23 мужчин и 44 женщин), имеющих показания к проведению обследования поясничного отдела позвоночника (болевого синдром в области нижней части спины, соответствующую неврологическую симптоматику). Средний возраст обследованных составил $50,7 \pm 11,5$ лет.

В группу сопоставления результатов МРТ и УЗИ поясничного отдела позвоночника вошли 34 человека. Всего было обследовано 164 поясничных позвоночных сегмента. 6 сегментов, не визуализированных при УЗИ (5 на уровне L_1-L_2 , 1 на уровне L_5-S_1), были исключены из вычислений. При сопоставлении полученных результатов определялись чувствитель-

ность и специфичность УЗИ для следующих параметров: снижение высоты МПД и тел позвонков, вентральные остеофиты, протрузии и грыжи МПД, снижение толщины фиброзного кольца, уменьшение размеров СМК и корешковых каналов, спондилолистез. Также сравнивались размеры и определялись корреляции (коэффициент Пирсона r) между данными УЗИ и МРТ о передней высоте тел позвонков и МПД, переднезадних размерах СМК и корешковых каналов.

Группа сопоставления результатов рентгенографии и УЗИ поясничного отдела позвоночника была сформирована из 33 человек. 15 позвоночных сегментов (по 7 на уровнях L_1-L_2 и L_5-S_1 , и 1 на уровне L_2-L_3), не визуализированных хотя бы одной из методик, из обработки результатов были исключены. В итоге проведено сравнение результатов двух методик в 150 поясничных позвоночных сегментах. Определялись чувствительность и специфичность УЗИ для следующих параметров: вентральные остеофиты, снижение высоты МПД, оссификация переднего контура МПД (соответствующий признак при УЗИ – повышение его эхогенности), спондилолистез. В связи с тем, что при проведении рентгенографии изображение на пленке вследствие расхождения пучка рентгеновских лучей больше по размерам, чем структуры организма, вместо сравнения цифровых характеристик (размеры тел позвонков и МПД) был проведен их корреляционный анализ.

Вычисления чувствительности производились по формуле $a/(a + c)$, специфичности – по формуле $d/(b + d)$, где a – положительный результат УЗИ при положительном результате контрольного метода, b – положительный результат УЗИ при негативном результате контрольного метода, c – негативный результат УЗИ при положительном результате контрольного метода, d – негативный результат УЗИ при негативном результате контрольного метода. Расчеты выполнялись по количеству позвоночных сегментов и визуализированных в них изменений.

УЗИ производилось на аппарате Toshiba Sonolayer SAL-50A с линейным датчиком 5,0 МГц. МРТ поясничного отдела позвоночника осуществлялась в Витебском областном диагностическом центре (зав. отд. лучевой диагно-

стики – В.В.Гончаров) на томографе фирмы Picker «Vista 92-B» с напряженностью магнитного поля 1,0 Тл по стандартным методикам. В зоне интереса выполняли сагиттальные и трансверзальные срезы в $T1_w$ и $T2_w$ режимах. Рентгенография производилась по стандартным методикам на аппарате Siemens TUR 800. Всем обследованным были выполнены снимки в боковой проекции, у 16 лиц дополнительно были сделаны снимки в переднезадней проекции. Измерение размеров производилось по боковой проекции.

Для УЗИ применялась модифицированная методика Л.Г.Плеханова, А.Ю.Кинзерского и соавт. [2].

УЗИ проводилось натошак после традиционной подготовки больного. Пациент располагался на спине. Датчик ультразвукового аппарата устанавливался на середине расстояния между пупком и лобковым симфизом. Производилось ориентировочное обзорное сканирование для определения расположения структур позвоночника. При начальной установке датчика непосредственно под его средней частью визуализировалось пояснично-крестцовое сочленение (МПД L_5-S_1). Ориентиром для нахождения структур позвоночника служили сосуды, находящиеся вентральнее (аорта, общие подвздошные артерии, нижняя полая вена). При передвижении датчика продольно вверх выявлялись тела позвонков и МПД поясничного отдела. При сагиттальном сканировании производилась оценка формы, взаиморасположения, размеров, структуры переднего контура тел позвонков и МПД. Затем выполнялось сканирование в горизонтальной анатомической плоскости для изучения структуры МПД и СМК.

Результаты

Нормальная ультразвуковая картина представлена на рисунке 1. Передние поверхности тел позвонков при исследовании в сагиттальной плоскости определяются как гиперэхогенные горизонтальные линии толщиной 2-3 мм, за которыми находится акустическая тень. Промежутки между телами позвонков, пропускающие ультразвук, представляют собой МПД. На уровне дисков дорсально визуализируются передняя и задняя стенки СМК в виде двух па-

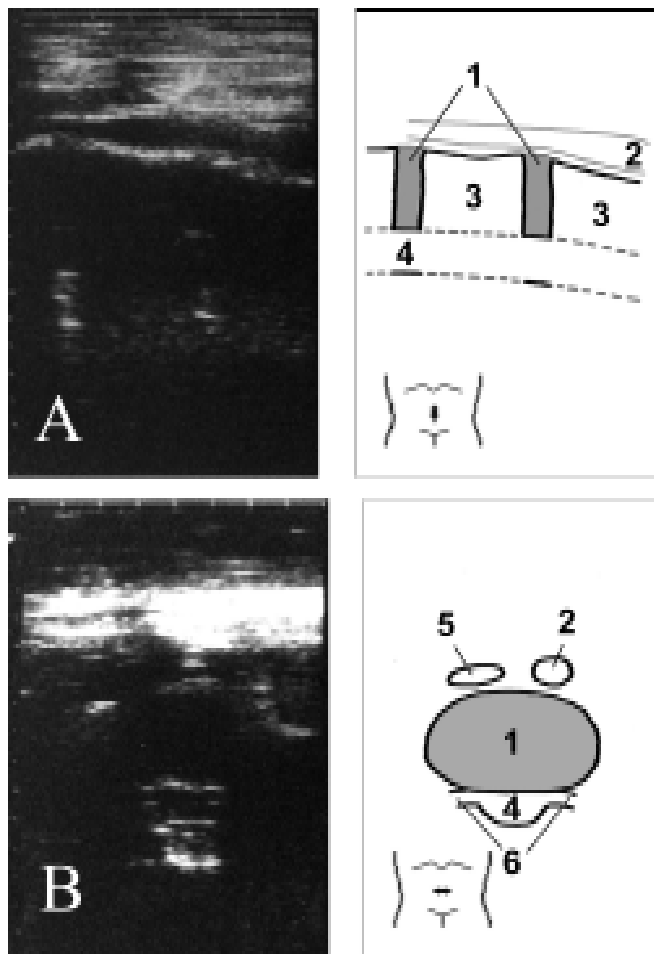


Рис. 1. Нормальная ультразвуковая картина поясничного отдела позвоночника (А – продольное сканирование; В – поперечное сканирование). 1 – межпозвонковые диски, 2 – аорта, 3 – тела позвонков, 4 – спинномозговой канал, 5 – нижняя полая вена, 6 – корешковые каналы.

раллельных рисок. За дальней из них определяется зона повышенной эхогенности, которая образуется при отражении ультразвука от дужек позвонков.

При поперечном сканировании МПД выявляются в виде однородных образований правильной округлой формы. Дорсальнее МПД четко визуализируется овальный анэхогенный СМК, ограниченный гиперэхогенным контуром, возникающим вследствие наличия эпидурального жира. За каналом видно отражение ультразвукового сигнала от дужек позвонков.

Передний контур дисков в норме не выступает за пределы тел позвонков. При выбухании переднего контура, которое определяется в сагиттальной плоскости, диагностируется протрузия МПД (рис. 2). Дополнительными эхографическими признаками протрузии явля-

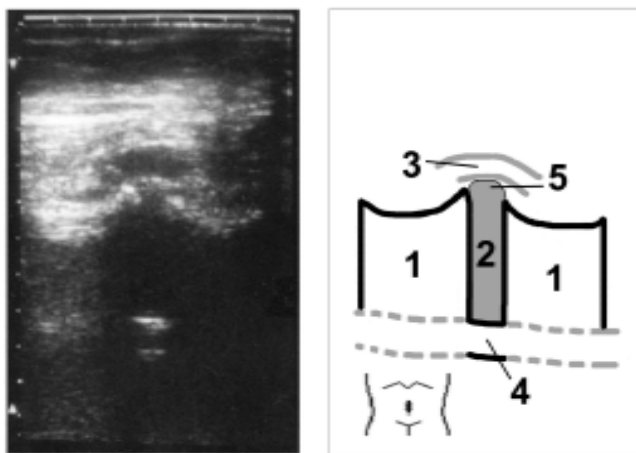


Рис. 2. Диффузная протрузия межпозвонкового диска L4-L5 (продольное сканирование). 1 – тела позвонков, 2 – межпозвонковый диск, 3 – общие подвздошные артерии, 4 – спинномозговой канал, 5 – протрузия.

ются: уменьшение размеров СМК по сравнению с соседними МПД, снижение передней высоты МПД, уменьшение толщины фиброзного кольца в задних отделах вследствие «расплющивания» пульпозного ядра и растяжения фиброзного кольца, деформация рядом расположенных сосудов.

Грыжи МПД представляют собой области выпадения пульпозного ядра сквозь разрывы в фиброзном кольце (рис. 3). Эхографическими признаками грыжи диска являются: ограниченный участок выбухания заднего контура диска в СМК, уменьшение размеров СМК по

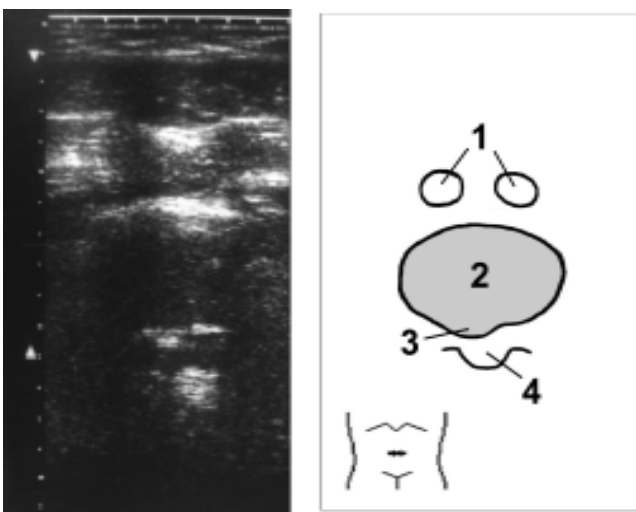


Рис. 3. Заднебоковая правосторонняя грыжа межпозвонкового диска L5-S1 (поперечное сканирование). 1 – общие подвздошные артерии, 2 – межпозвонковый диск, 3 – грыжа, 4 – спинномозговой канал.

сравнению с соседними МПД, уменьшение размера корешкового канала по сравнению с контралатеральным.

Изображение СМК, получаемое при поперечном сканировании, имеет правильную овальную форму. В норме переднезадний размер составляет более 12 мм. По краям СМК при поперечном сканировании возможна визуализация корешковых каналов. Просвет правого и левого корешковых каналов в норме не менее 5 мм.

Сопоставление данных, полученных при МРТ и УЗИ поясничного отдела позвоночника.

Все вычисленные корреляции между данными МРТ и УЗИ о размерах структур поясничного отдела позвоночника оказались достоверными ($p < 0,05$). Корреляционный коэффициент Пирсона между результатами двух методик визуализации составил по размерам передней высоты тел позвонков 0,81; передней высоты МПД – 0,87; толщины фиброзного кольца – 0,28; размерам СМК – 0,9; размерам корешковых каналов – 0,47.

Полученные данные о чувствительности и специфичности УЗИ в сравнении с МРТ представлены в таблицах 1 и 2.

В большинстве случаев размеры вентральных остеофитов, протрузий и грыж МПД на МРТ и УЗИ совпадали с точностью 1-2 мм. Только в 1 позвоночном сегменте (4,2% выявленных протрузий) ошибка УЗИ в определении размеров протрузии МПД по сравнению с МРТ составила 3 мм, в 1 (6,3%) ошибка составила 3 мм в определении размеров остеофита, и в 2 грыжах МПД (8,7%) УЗИ показало неточность до 5 мм.

Сопоставление данных, полученных при рентгенографии и УЗИ поясничного отдела позвоночника.

Корреляционный анализ показал, что между результатами, полученными при УЗИ и рентгенографии, имеется тесная положительная корреляция (рис. 4, 5).

Полученные при определении чувствительности и специфичности данные по каждому виду патологии обобщены в таблице 3.

Размеры практически всех остеофитов по данным УЗИ и рентгенографии отличались не более чем на 1-2 мм. Лишь в 7 позвоночных сегментах (6,4%) было выявлено различие на 3 мм, и

Таблица 1

Чувствительность и специфичность ультразвукового исследования в выявлении патологии костных структур поясничного отдела позвоночника в сравнении с магнитно-резонансной томографией

	Вентральные остеофиты n=16	Спондилолистез n=3
Чувствительность	93,8%	100%
Специфичность	98,1%	100%

Примечание: n – количество выявленных признаков при МРТ.

Таблица 2

Чувствительность и специфичность ультразвукового исследования в выявлении патологии мягких тканей поясничного отдела позвоночника в сравнении с магнитно-резонансной томографией

	Снижение высоты МПД n=7	Протрузии МПД n=24	Грыжи МПД n=23	Снижение толщины фиброзно- го кольца n=16	Сужение СМК n=37	Сужение корешко- вых ка- налов n=56
Чувствитель- ность	57,1%	83,3%	73,9%	12,5%	62,2%	33,9%
Специфич- ность	97,5%	91,4%	97,2%	89,2%	96,1%	85,2%

Примечание: n – количество выявленных признаков при МРТ.

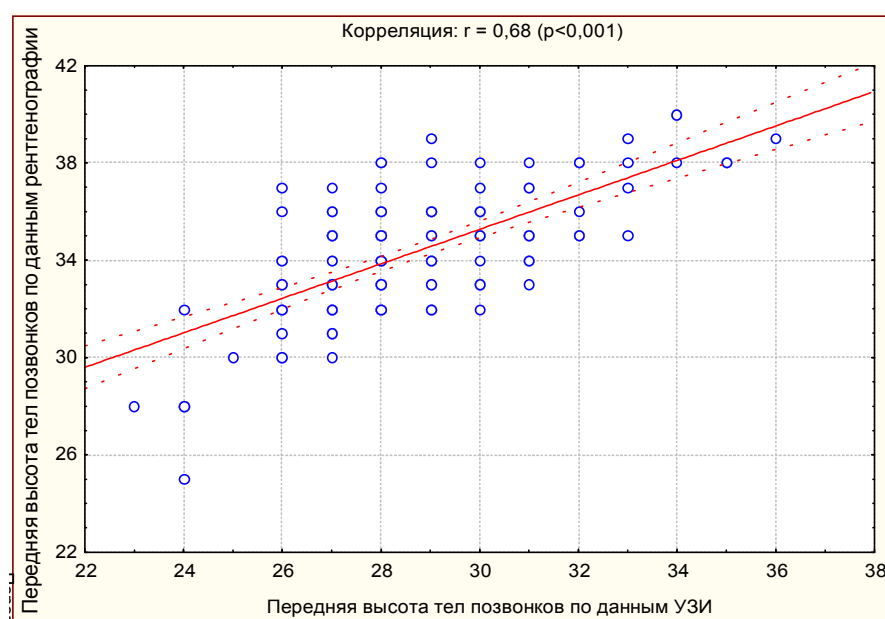


Рис. 4. Корреляции передней высоты тел позвонков по данным ультразвукового исследования и рентгенографии.

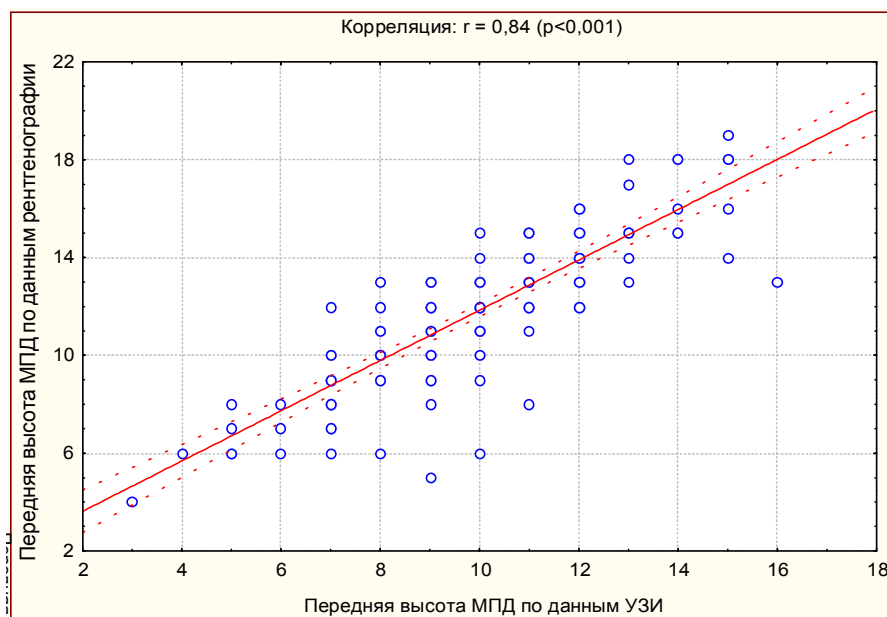


Рис. 5. Корреляции передней высоты межпозвонковых дисков по данным ультразвукового исследования и рентгенографии.

Таблица 3

Чувствительность и специфичность ультразвукового исследования в сравнении с рентгенографией

	Вентральные остеофиты n=109	Снижение высоты МПД n=18	Оссификация переднего контура МПД n=8	Спондило- листез n=4
Чувствительность	87,2%	83,3%	85,7%	75%
Специфичность	96,9%	93,2%	99,8%	99,3%

Примечание: n – количество выявленных признаков при рентгенографии.

в 2 сегментах (1,8%) – на 4 мм. При рентгенографии размеры остеофитов были несколько больше, чем при УЗИ, в связи с расхождением пучка лучей и увеличением изображения структур поясничного отдела позвоночника на пленке.

В 5 позвоночных сегментах при рентгенографии и в 3 – при МРТ были выявлены грыжи Шморля. Также при МРТ в 21 позвоночном сегменте определялась дегидратация пульпозных ядер МПД, при рентгенографии в 104 позвоночных сегментах имелось уплотнение замыкательной пластинки, в 2 сегментах – задние остеофиты. Данные виды патологии не визуализируются с помощью УЗИ и не имеют аналогичных УЗИ-характеристик.

Оказалось возможным проследить некоторые тенденции, выявляемые при анализе полученных данных. УЗИ обладает очень хорошей

чувствительностью и специфичностью в определении патологии переднего контура МПД (протрузии МПД, вентральные остеофиты, спондилолистез, оссификация переднего контура МПД). Достоверность результатов УЗИ несколько уменьшается при патологии заднего контура МПД (грыжи МПД, сужение СМК). Низкая чувствительность УЗИ в выявлении сужения корешковых каналов и толщины фиброзного кольца объясняется тем, что данные изменения визуализируются при УЗИ не во всех позвоночных сегментах. В то же время специфичность УЗИ в их выявлении высока и составляет около 85-90%. Сопоставление размеров структур поясничного отдела позвоночника и наличие достоверных положительных корреляций свидетельствует о том, что УЗИ с достаточной точностью позволяет оценить данные размеры.

Выводы

1. Наиболее часто встречающаяся патология структур поясничного отдела позвоночника, имеющая клиническое значение (протрузии и грыжи МПД, вентральные остеофиты, спондилолистез, оссификация переднего контура МПД, сужение СМК), достоверно, с достаточно высокой чувствительностью и специфичностью, визуализируется с помощью трансабдоминального УЗИ поясничного отдела позвоночника.

2. УЗИ имеет высокую чувствительность и специфичность при выявлении патологических изменений передней поверхности поясничного отдела позвоночника (протрузии МПД, остеофиты). Аналогичные показатели патологии внутренних структур и заднего контура МПД (грыжи дисков, сужение корешковых каналов) несколько ниже.

3. В сравнении с рентгенологическим методом УЗИ более совершенен для оценки мягких тканей позвоночного столба, т.к. он позволяет визуализировать структуру межпозвонковых дисков и спинномозгового канала. По возможностям визуализации вышеуказанных структур УЗИ-метод приближается к магнитно-резонансной томографии.

4. Ультразвуковое исследование поясничного отдела позвоночника может быть рекомендовано в качестве обязательного этапа скринингового диагностического обследования лиц с наличием поясничного болевого синдрома. Оно позволяет оценить состояние данного отдела и отобрать группу больных, нуждающихся в дальнейших дорогостоящих диагностических методиках.

Литература

1. Кинзерский А.Ю. Трансабдоминальная ультрасонография в диагностике поясничного межпозвонкового остеохондроза // Визуализация в клинике.— 1995.— № 12.— С. 5-8.
2. Способ ультразвукового исследования межпозвонковых дисков и позвоночного канала на поясничном уровне / Л.Г.Плеханов, О.М.Жовтановский, А.Ю.Кинзерский, Л.Н.Полляк // Патология позвоночника.— СПб, 1992.— С. 123-126.
3. Die spinale Ultraschalltomographie in der Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles / A.Hagen, D.Tertsch, R.Schon, R.Richwien // Zentralbl. Neurochir.— 1987.— Vol. 48, № 4.— P. 280-284.
4. Die transabdominelle lumbale Ultraschalltomometrie — sonographische Messungen an der Lendenwirbelsäule / A.Hagen, D.Tertsch, R.Schon, A.Rieger // Ultraschall. Med.— 1988.— Vol. 9, № 5.— P. 240-245.
5. Edgar M.A., Park W.M. Induced pain patterns on a passive straight leg raising in lower lumbar disc protrusion // J. Bone Joint Surg.— 1974.— Vol. 56-B.— P. 658-667.
6. Hagen A. Die transabdominelle Ultraschalltomographie lumbaler Bandscheiben und des Lumbalkanals // Zentralbl. Neurochir.— 1987.— Vol. 48, № 4.— P. 273-279.
7. Portela L.A. Sonography of the normal and abnormal intact lumbar spinal canal // A. J. R.— 1985.— Vol. 144.— P. 386-390.
8. Tervonen O., Koivukangas J. Transabdominal ultrasound measurement of the lumbar spinal canal. Its value for evaluation of lumbar spinal stenosis // Spine.— 1989.— Vol. 14, № 2.— P. 232-235.
9. Tervonen O., Lahde S., Vanharanta H. Ultrasound diagnosis of lumbar disc degeneration. Comparison with computed tomography/discography // Spine.— 1991.— Vol. 16, № 8.— P. 951-954.
10. Tolly E. Transabdominale Sonographie lumbaler Bandscheiben und intraspinaler Strukturen // Fortschr. Röntgenstr.— 1984.— Vol. 141.— P. 546.
11. Yrjama M., Tervonen O., Vanharanta H. Ultrasonic imaging of lumbar discs combined with vibration pain provocation compared with discography in the diagnosis of internal annular fissures of the lumbar spine // Spine.— 1996.— Vol. 21, № 5.— P. 571-575.

Поступила 15.01.2003 г.

Принята в печать 10.04.2003 г.