

УДК 616.833.58-073.43

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-4-05>

Ультразвуковая эластография: возможности ранней диагностики мононевропатии седалищного нерва

Е. И. Письменникова¹, **А. М. Юрковский¹**, Н. В. Бобович², М. А. Лихачевская¹

¹Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

²Гомельский областной клинический онкологический диспансер, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Оценить возможность применения ультразвуковой эластографии для выявления ранних проявлений мононевропатии седалищного нерва (МНСН).

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели было проведено сопоставление данных ультразвуковой эластографии седалищного нерва 30 пациентов в возрасте 46,0 (23; 54) лет с клиническими проявлениями МНСН (опытная группа) и 30 пациентов в возрасте 36,5 (29; 48) года без боли внизу спины (группа контроля).

Результаты. Результаты оценки диагностической значимости ультразвуковой эластографии в качестве метода диагностики МНСН были следующими (при асимметрии между индексами жесткости сопоставимых сегментов симптоматической и бессимптомной сторон более 22 %): AUC — 0,88 (95 % ДИ (0,55; 0,99)), $p = 0,003$; индекс Юдена — 0,87, чувствительность — 87 % (95 % ДИ (0,5; 0,99)), $p = 0,0001$; специфичность — 100 % (95 % ДИ (0,5; 0,99)), $p = 0,0001$.

Заключение. Ультразвуковая эластография позволяет выявлять изменения структуры седалищного нерва в случаях, когда стандартное исследование проводится в В-режиме и не выявляет изменений. Наличие клинических признаков, предполагающих МНСН, при отсутствии структурных изменений в В-режиме следует считать основанием для проведения ультразвуковой эластографии с целью выявления периневрального и интраневрального отека, а также структурных изменений седалищного нерва.

Ключевые слова: ультразвуковая эластография, мононевропатия седалищного нерва

Вклад авторов. Юрковский А.М., Письменникова Е.И.: концепция и дизайн исследования, сбор материала, редактирование, обсуждение данных, обзор публикаций по теме статьи, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации; Бобович Н.В., Лихачевская М.А.: сбор материала.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования. Письменникова ЕИ, Юрковский АМ, Бобович НВ, Лихачевская МА. Ультразвуковая эластография: возможности ранней диагностики мононевропатии седалищного нерва. Проблемы здоровья и экологии. 2024;21(4):45–52. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-4-05>

Ultrasound elastography: possibilities for early diagnosing in case of sciatic nerve mononeuropathy

Evgenia I. Pismennikova¹, **Alexei M. Yurkovskiy¹**, Natalia V. Bobovich²,
Maria A. Likhachevskaya¹

¹Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

²Gomel Regional Clinical Oncologic Dispensary, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To evaluate the possibility of using ultrasound elastography to detect early manifestations of sciatic nerve mononeuropathy.

Materials and methods. A comparison of ultrasound elastography data of the sciatic nerve of 30 patients aged 46.0 (23; 54) years with clinical manifestations of sciatic nerve mononeuropathy (experimental group) and 30 patients aged 36.5 (29; 48) years without lower back pain back (control group) was made to achieve this goal.

Results. Assessment results of the diagnostic utility of ultrasound elastography as a method for diagnosing mononeuropathy of the sciatic nerve were as follows (with an asymmetry between the stiffness indices of comparable segments of the symptomatic and asymptomatic sides of more than 22%): AUC - 0,88 (95% CI (0,55; 0,99)), $p=0,003$; Youden index - 0,87, sensitivity - 87% (95% CI (0,5; 0,99)), $p=0,0001$; 100% (95% CI (0,5; 0,99)), $p=0,0001$.

Conclusion. Ultrasound elastography makes it possible to detect changes in the structure of the sciatic nerve in cases where a standard B-mode study does not reveal changes. The presence of clinical signs suggesting mononeuropathy of the sciatic nerve, in the absence of structural changes in the B-mode, should be considered the basis for performing ultrasound elastography in order to detect perineural and intraneural edema, as well as structural changes in the sciatic nerve.

Keywords: *ultrasound elastography, sciatic nerve mononeuropathy*

Author contributions. Pismennikova E.I., Yurkovskiy A.M.: study concept and design, collecting material, editing, discussing data, reviewing publications on the topic of the article, checking critical content, approving the manuscript for publication; Bobovich N.V., Likhachevskaya M.A.: collecting material.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was conducted without sponsorship.

For citation: Pismennikova EI, Yurkovskiy AM, Bobovich NV, Likhachevskaya MA. Ultrasound elastography: possibilities for early diagnosing in case of sciatic nerve mononeuropathy. *Health and Ecology Issues*. 2024;21(4):45–52. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-4-05>

Введение

Распространенность МНСН в общей популяции составляет от 12 до 27 % [1]. Общепринятых клинико-инструментальных критериев диагностики МНСН пока не разработано [2], и диагностика указанной патологии основывается на наличии характерных жалоб пациентов, анамнеза, данных физикального и инструментального обследования (электронейромиографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультрасонографии и ультразвуковой эластографии) [2–6]. При этом ни один из перечисленных методов не решает всех проблем. Так, например, Н-рефлекс при электронейромиографии может быть нормальным, если повреждена преимущественно малоберцовая порция седалищного нерва (при этом увеличение минимальной латентности F-волн при тестировании малоберцового и большеберцового нерва отмечается у 85 и 57 % соответственно) [2], а ограничения по соотношению сигнал/шум, а также пространственному разрешению ограничивают возможности использования МРТ на ранних стадиях МНСН [6]. Есть проблемы и с ультрасонографией. Например, локальное увеличение поперечного сечения нерва не обязательно должно восприниматься как признак ПНП, причем даже тогда, когда для оценки используются референсные значения площади поперечного сечения нерва, которые, кстати, для седалищного нерва до сих пор не согласованы (последнее ожидаемо, поскольку на площадь поперечного сечения нерва могут влиять возраст, пол, индекс массы тела, рост [4, 8, 9] и даже температура конечности [4, 10]).

Вышеизложенное означает, что в практической работе неизбежно будут возникать ситуации, при которых необходимо будет применение нескольких методов диагностики. И в этом плане особые надежды возлагаются на ультразвуковую

эластографию, которая в ряде случаев способна выявлять ранние патологические изменения (например, эндоневральный отек) седалищного нерва [3, 4].

Цель исследования

Оценить возможность применения ультразвуковой эластографии для выявления ранних проявлений МНСН.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели было проведено сопоставление данных ультразвуковой эластографии седалищного нерва 30 пациентов в возрасте 46,0 (23; 54) лет с МНСН (опытная группа) и 30 пациентов в возрасте 36,5 (29; 48) года без боли внизу спины (группа контроля).

Критерием включения пациентов в группу контроля было отсутствие в течение 3 и более месяцев болевого синдрома в области, ограниченной 12-м ребром вверху и ягодичными складками внизу.

Критерием включения пациентов в опытную группу было наличие пареза/плегии мышц разгибателей и сгибателей стопы, задней группы мышц бедра (полумембранозной, полусухожильной и двуглавой мышцы бедра), онемения и парестезии, а также нейропатического болевого синдрома в области иннервации нерва (подшвенной и тыльной сторон стопы, латеральной поверхности голени) [2].

Ультразвуковое исследование проводилось двумя специалистами независимо друг от друга, по заранее согласованной схеме. Исследования проводились на ультразвуковых сканерах экспертного класса (Mindray DC-80, LOGIQ P9) в В-режиме и в режиме ультразвуковой эластографии с оценкой цветового паттерна и индексов жесткости (кПа). Для определения коэф-

фициента асимметрии параметров жесткости использовался подход, ранее применявшийся для оценки состояния задней длинной крестцово-подвздошной связки у пациентов с болью внизу спины [11].

Исследования методом МРТ выполнялись на магнитно-резонансном томографе Siemens MAGNETOM® Avanto 1,5T. Измерения проводились на выполненных высокоразрешающих импульсных последовательностях $t2_spc_ns_tst_cor_iso$ (FoV 400, толщина среза – 1 мм, TR 1500, TE 131, воксель - 1x1x1 мм) либо $t2_spc_tra_iso$ (FoV 250, толщина среза – 1 мм, TR 2000, TE 124, воксель – 1x1x1 мм), позволяющих построение 3D-реконструкций в различных плоскостях, высокой разрешающей контрастностью мягкотканых структур в глубоких отделах ягодичной области. Изменения продольного размера и поперечного сечения седалищного нерва выполнялись в косоаксиальной плоскости перпендикулярной ходу нерва, в глубоких отделах ягодичной области дистальнее выхода нерва из полости таза, в клетчаточном пространстве между большой ягодичной мышцей и близнецовыми мышцами. Оценка результатов проводилась независимо друг от друга двумя специалистами.

Седалищный нерв оценивался по следующим критериям: наличие/ отсутствие локального утолщения (В-режим, продольное сечение, МРТ); наличие/отсутствие периневрального отека (В-режим, режим ультразвуковой эластографии, МРТ); наличие/отсутствие дезорганизации фасцикулярного паттерна (В-режим, МРТ), наличие/отсутствие участков дистрофии (В-режим, ультразвуковая эластография), наличие/отсутствие асимметрии показателей поперечного сечения сопоставимых сегментов седалищного нерва между симптоматической и бессимптомной сторонами (В-режим, МРТ) и наличие/отсутствие асимметрии параметров индексов жесткости (кПа) между сопоставимыми сегментами седалищного нерва симптоматической и бессимптомной сторон (ультразвуковая эластография).

Способы верификации: электронейромиография, диагностическая блокада (введение 2 мл 2 % раствора в околоневральное пространство под ультразвуковым контролем, при этом тест считался положительным, если боль купировалась в течение 5 мин от момента введения анестетика).

Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ MedCalc software, version 12. В случаях распределения количественных показателей, отличавшихся от нормальных, данные представлялись в виде медианы 25-го и 75-го перцентилей (Me [25; 75]). Для оценки чувствительности, специфичности и качества прогностической модели (AUS) использовался ROC-анализ.

Результаты и обсуждение

Сопоставление данных, полученных в В-режиме и режиме ультразвуковой эластографии в группе контроля

При исследовании пациентов группы контроля ни у одного из обследованных (в В-режиме) не было выявлено изменений фасцикулярной текстуры и наличия гипоехогенных участков (ультразвукового эквивалента дистрофических изменений). Однако при ультразвуковой эластографии в 4 случаях были выявлены признаки дистрофических изменений (все указанные пациенты относились к пожилому возрасту) в виде участков неоднородного прокрашивания структуры нерва в виде мелких участков красного цвета и увеличенных (соотносительно сопоставимого сегмента седалищного нерва на противоположной стороне) значений индекса жесткости на стороне с аномальным цветовым паттерном (т. е. имели место признаки ранних дистрофических изменений) (рисунок 1).

При сравнении сопоставимых сегментов контрлатеральных нервов асимметрия параметров площади поперечного сечения соответствовала диапазону 10 [8; 14] % (по данным МРТ величина асимметрии этого параметра была в диапазоне 9 [6; 12] %), асимметрия индексов жесткости соответствовала диапазону 8 [6; 11] %.

Сопоставление данных, полученных в В-режиме и режиме ультразвуковой эластографии с оценкой индексов жесткости в опытной группе

При исследовании в В-режиме в опытной группе на симптоматической стороне были выявлены следующие изменения: локальное ($n = 11$); утолщение (≥ 20 % по сравнению с сопоставимым сегментом контрлатерального нерва); «смазанность» фасцикулярной структуры ($n = 12$); гипоехогенные участки в пределах нерва ($n = 7$) (рисунок 2).

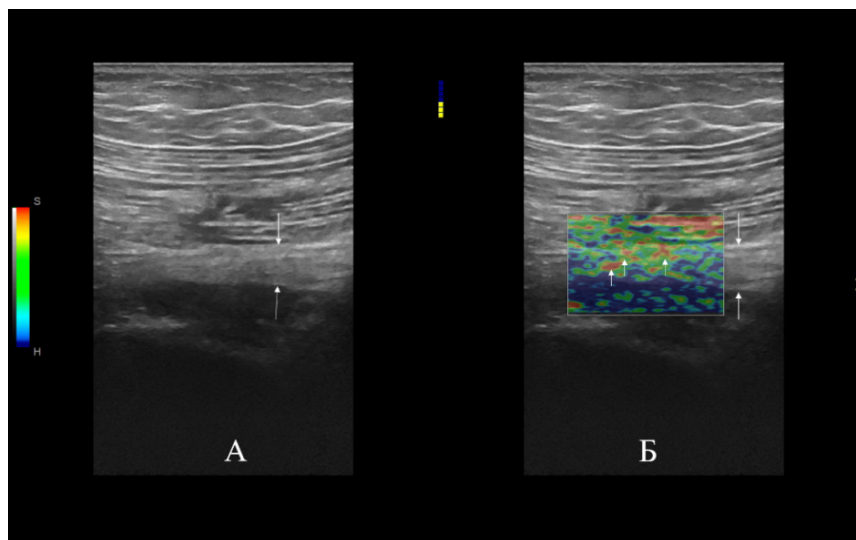


Рисунок 1. Компрессионная ультразвуковая эластография при МНСН: А — изображение в В-режиме (длинные стрелки — седалищный нерв); Б — симптоматическая сторона (длинные стрелки — седалищный нерв, короткие стрелки — мелкоочаговые дистрофические изменения, краниально зона красного прокрашивания сопредельной с нервом области — зона периневрального отека)

Figure 1. Compression ultrasound elastography for sciatic nerve mononeuropathy: А — B-mode image (long arrows — sciatic nerve). В — symptomatic side (long arrows — sciatic nerve, short arrows — small focal degenerative changes, cranial zone of red staining of the area adjacent to the nerve — zone of perineural edema)

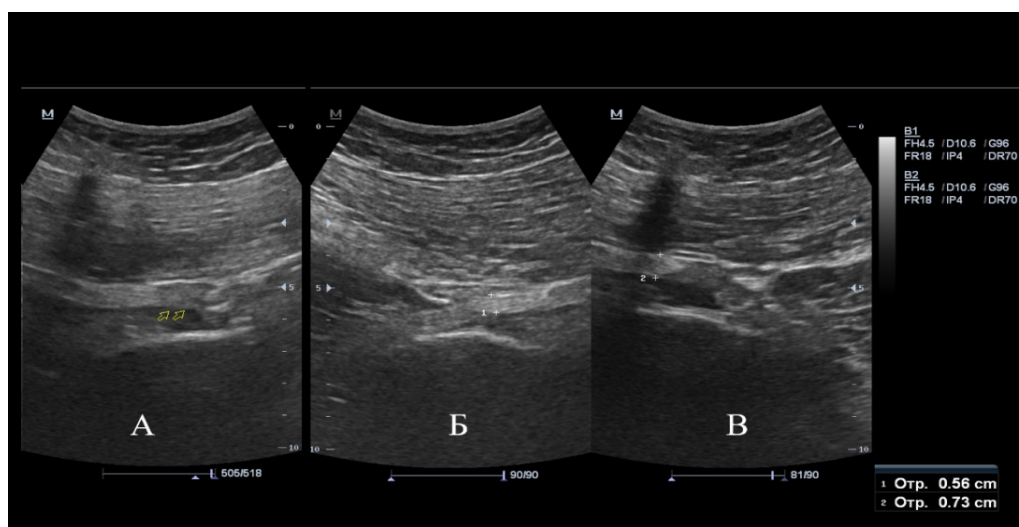


Рисунок 2. Ультразвуковой паттерн при МНСН: А — изображение в В-режиме (желтые стрелки — зона дегенерации в седалищном нерве); Б — бессимптомная сторона (просматривается фасцикулярная структура); В — симптоматическая сторона (утолщение нерва вследствие интраневрального отека)

Figure 2. Ultrasound pattern for sciatic nerve mononeuropathy: А — B-mode image (yellow arrows — zone of degeneration in the sciatic nerve). В — asymptomatic side (fascicular structure visible). С — symptomatic side (nerve thickening due to intraneural edema)

При сравнении сопоставимых сегментов контралатеральных нервов асимметрия параметров площади поперечного сечения соответствовала диапазону 33 [22; 43] % (по данным МРТ асимметрия этого параметра была в диапазоне 25 [21; 42] %).

Результаты оценки диагностической значимости критерия «асимметрия показателей площа-

ди поперечного сечения» между бессимптомной и симптоматической стороной при исследовании в В-режиме были следующими (оптимальный критерий асимметрии >22 %): AUC — 0,75 (95 % ДИ (0,54; 0,89)), $p = 0,009$; индекс Юдена — 0,5, чувствительность — 75 % (95 % ДИ (0,47; 0,92)), $p = 0,001$; специфичность — 70 % (95 % ДИ (0,4; 0,93)), $p = 0,001$ (рисунок 3).

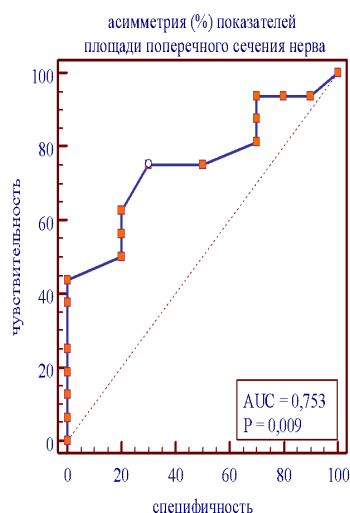


Рисунок 3. AUC. Оценка прогностической силы критерия «асимметрия показателей площади поперечного сечения > 22 %» при исследовании в В-режиме
 Figure 3. AUC. Evaluation of the predictive power of the criterion “asymmetry of cross-sectional area indicators > 22%” when studied in B-mode

При исследовании в режиме ультразвуковой эластографии на симптоматической стороне у 25 пациентов был выявлен аномальный цветовой

паттерн при компрессионной ультразвуковой эластографии (n = 8) (рисунок 4).

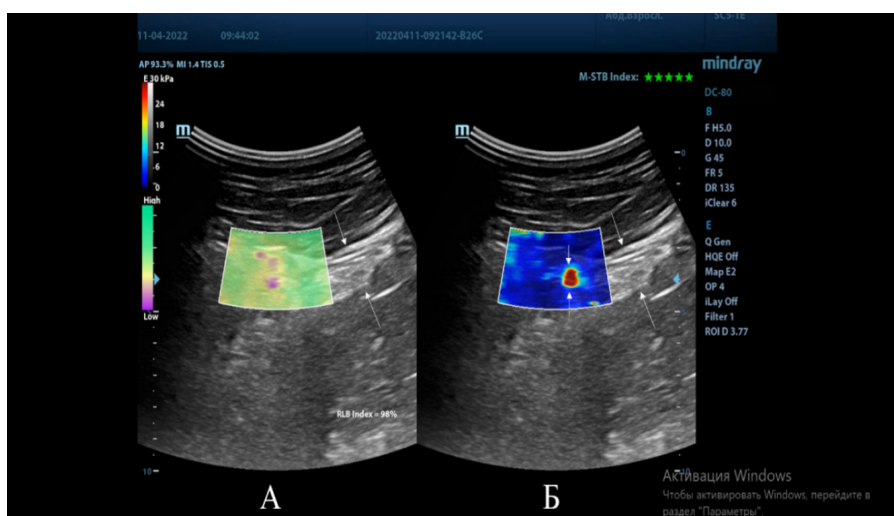


Рисунок 4. Компрессионная ультразвуковая эластография седалищного нерва: А — участки неоднородности цветового паттерна до компрессии; Б — четко очерченный участок дистрофических изменений (красная окраска) после компрессионного воздействия (длинными стрелками отмечен седалищный нерв, короткими — участок ограниченного дистрофического поражения)

Figure 4. Compression ultrasound elastography of the sciatic nerve: A — areas of heterogeneity of the color pattern before compression, B — clearly defined area of dystrophic changes (red color) after compression (long arrows indicate the sciatic nerve, short arrows indicate an area of limited degenerative lesion)

У 28 пациентов отмечено увеличение показателей жесткости (кПа) в сравнении с сопоставимым сегментом интактного контрлатерального седалищного нерва (диапазон значений индекса жесткости — 22,3 [18,2; 26,5] кПа, вели-

чина асимметрии показателей индекса жесткости — 33 [22; 43] %).

Результаты оценки диагностической значимости критерия «асимметрия индексов жесткости» между бессимптомной и симптоматической

стороной при ультразвуковой эластографии были следующими (оптимальный критерий асимметрии $> 22\%$): AUC — 0,88 (95 % ДИ (0,55; 0,99)), $p = 0,003$; индекс Юдена — 0,87,

чувствительность — 87 % (95 % ДИ (0,5; 0,99)), $p = 0,0001$; специфичность — 100 % (95 % ДИ (0,5; 0,99)), $p = 0,0001$ (рисунок 5).

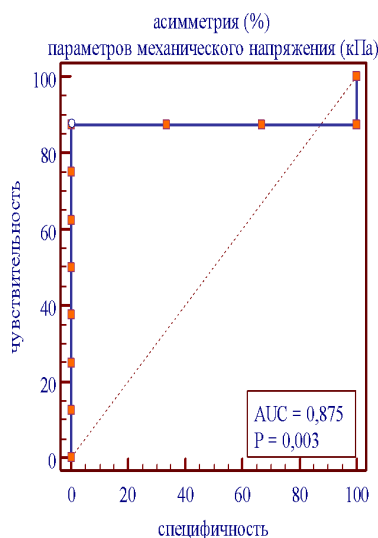


Рисунок 5. AUC. Оценка прогностической силы критерия «асимметрия коэффициентов жесткости $> 22\%$ » при ультразвуковой эластографии
Figure 5. AUC. Evaluation of the predictive power of the criterion “asymmetry of stiffness coefficients $> 22\%$ ” with ultrasound elastography

Первая публикация, описывавшая опыт применения ультразвуковой эластографии для оценки жесткости седалищного нерва, появилась в 2016 г. [12]. В указанной публикации было отмечено, что на стороне поражения индексы жесткости седалищного нерва были всегда выше в сравнении с аналогичными показателями на непораженной конечности пациентов.

В дальнейшем наличие этой особенности было подтверждено и другими авторами. При этом данные, которые авторы приводили в своих работах, довольно сильно различались. Так, например, по данным одних авторов на симптоматической стороне индексы жесткости были в среднем 14,3 кПа против 6,8–8,3 кПа на бессимптомной [13], по данным других — 20,4±4,6 кПа против 12,9±2,2 кПа [14]. Последнее не удивляет, поскольку определение индексов жесткости — процедура аппарато- и операторозависимая [4, 14, 15]. Кроме того, на результатах измерений сказываются особенности положения конечности и проистекающая из этого сила натяжения нерва [4, 16, 17]. Отсюда и необходимость в показателе, нивелирующем указанные особенности. Судя по полученным нами результатам, таким показателем является показатель асимметрии индексов жесткости (AUC — 0,88, $p = 0,003$; индекс Юдена — 0,87, чувствитель-

ность — 87 %, $p = 0,0001$; специфичность — 100 %, $p = 0,0001$), тем более, что его увеличение ($>22\%$) не только свидетельствует о наличии интраневрального отека, но к тому же демонстрирует и более высокую специфичность по сравнению с показателем асимметрии параметров площади поперечного сечения нерва.

Есть также основания полагать, что применение указанного показателя может оказаться эффективным в дебюте заболевания, когда, по данным Zakrzewski J et al. [3], имеет место временной лаг между началом дегенерации нерва и очевидными изменениями ультразвукового паттерна (В-режим) и клиническими проявлениями (подобный случай отсутствия клинических проявлений, при уже имеющихся на ультрасоноэластографических сканах структурных изменениях седалищного нерва, приведен на рисунке 1).

Выводы

Ультразвуковая эластография позволяет выявлять ранние изменения структуры седалищного нерва в виде аномального ультрасоноэластографического паттерна и повышения параметров жесткости (на 22 % по сравнению с сопоставимым участком бессимптомной стороны) в случаях, когда стандартное исследование в В-режиме не выявляет изменений.

Наличие клинических признаков, предполагающих мононевропатию седалищного нерва, при отсутствии структурных изменений в В-режиме следует считать основанием для проведения ультразвуковой эластографии с целью выявле-

ния периневрального и интраневрального отека (признаком которого является повышение на симптоматической стороне параметров индекса жесткости), а также структурных изменений седалищного нерва.

Список литературы / References

- Konstantinou K, Dunn KM. Sciatica: review of epidemiological studies and prevalence estimates. *Spine*. 2008;33(22):2464-2472. DOI: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318183a4a2>
- Distad BJ, Weiss MD. Clinical and electrodiagnostic features of sciatic neuropathies: a systematic review of the literature. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2013;24(1):107-120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2012.08.023>
- Zakrzewski J, Zakrzewska K, Pluta K, Nowak O, Miłoszewska-Paluch A. Ultrasound elastography in the evaluation of peripheral neuropathies: a systematic review of the literature. *Pol J Radiol*. 2019;84:e581-e591. DOI: <https://doi.org/10.5114/pjr.2019.91439>
- Юрковский А.М., Письменникова Е.И. Нерешенные вопросы применения методов ультразвуковой эластографии у пациентов с мононевропатией пояса нижней конечности и свободной части нижней конечности. *Проблемы здоровья и экологии*. 2024;21(2):23-29. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-2-03>
- Yurkovskiy AM, Pismennikova EI. Unresolved issues of using ultrasound elastography methods inpatients with mononeuropathy of the lower limb girdle and free part of the lower limb. *Health and Ecology Issues*. 2024;21(2):23-29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-2-03>
- Юрковский А.М., Письменникова Е.И., Ачинович С.Л. Дистрофические изменения седалищного нерва: сопоставление ультрасонографических и морфологических данных (пилотное исследование). *Проблемы здоровья и экологии*. 2023;20(1):101-109. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-1-12>
- Yurkovskiy AM, Pismennikova EI, Achinovich SL. Dystrophic changes in the sciatic nerve: a comparison of ultrasonographic and morphological data (pilot study). *Health and Ecology Issues*. 2023;20(1):101-109. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-1-12>
- Gallardo E, Noto Y, Simon NG. Ultrasound in the diagnosis of peripheral neuropathy: structure meets function in the neuromuscular clinic. *J of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2015;86(10):1066-1074. DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp-2014-309599>
- Kim SG, Jung J-Y. Role of MR Neurography for Evaluation of the Lumbosacral Plexus: A Scoping Review. *J Korean Soc Radiol*. 2022;83(6):1273-1285. DOI: <https://doi.org/10.3348/jksr.2022.0001>
- Zaidman CM, Al-Lozi M, Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study. *Muscle Nerve*. 2009;40(6):960-966. DOI: <https://doi.org/10.1002/mus.21431>
- Cartwright MS, Walker FO. Neuromuscular ultrasound in common entrapment neuropathies. *Muscle Nerve*. 2013;48(5):696-704. DOI: <https://doi.org/10.1002/mus.23900>
- Ulaşlı AM, Tok F, Karaman A, Yaman F, Dikici O, Oruç S, Özçakar L. Nerve enlargement after cold exposure: a pilot study with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*. 2014;49(4):502-505. DOI: <https://doi.org/10.1002/mus.23947>
- Назаренко И.В., Юрковский А.М. Ультразвуковая компрессионная эластография: возможности ранней диагностики дистрофического поражения длинной задней крестцово-подвздошной связки при боли внизу спины. *Проблемы здоровья и экологии*. 2022;19(4):42-47. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-4-06>
- Nazarenko IV, Yurkovskiy AM. Ultrasound compression elastography: possibilities for early diagnosing in case of dystrophic lesions of the long dorsal sacroiliac ligament with low back pain. *Health and Ecology Issues*. 2022;19(4):42-47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-4-06>
- Andrade RJ, Nordez A, Hug F, Ates F, Coppieters MW, Pezarat-Correia P, Freitas SR. Non-invasive assessment of sciatic nerve stiffness during human ankle motion using ultrasound shear wave elastography. *J Biomech*. 2016;49(3):326-331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.12.017>
- Çelebi UO, Burulday V, Özveren MF, Dogan A, Akgül MH. Sonoelastographic evaluation of the sciatic nerve in patients with unilateral lumbar disc herniation. *Skeletal Radiol*. 2019;48(1):129-136. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00256-018-3020-7>
- Wang Q, Zhang H, Zhang J, Zhang H, Zheng H. The relationship of the shear wave elastography findings of patients with unilateral lumbar disc herniation and clinical characteristics. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2019;20(1): 438. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2814-7>
- Wee TC, Simon NG. Ultrasound elastography for the evaluation of peripheral nerves – a systematic review. *Muscle & Nerve*. 2019;60(5):501-512. DOI: <https://doi.org/10.1002/mus.26624>
- Andrade RJ, Freitas SR, Hug F, Coppieters MW, Sierra-Silvestre E, Nordez A. Spatial variation in mechanical properties along the sciatic and tibial nerves: An ultrasound shear wave elastography study. *J of Biomechanics*. 2022;136:111075. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111075>
- Neto T, Freitas SR, Andrade RJ, Vaz JR, Mendes B, Firmino T, et al. Noninvasive measurement of sciatic nerve stiffness in patients with chronic low back related leg pain using shear wave elastography. *J Ultrasound Med*. 2019;38(1):157-164. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14679>
- Neto T, Freitas SR, Andrade RJ, Vaz JR, Mendes B, Firmino T, et al. Shear wave elastographic investigation of the immediate effects of slump neurodynamics in people with sciatica. *J Ultrasound Med*. 2019;39(4):675-681. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.15144>

Информация об авторах / Information about the authors

Письменникова Евгения Игоревна, старший преподаватель кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКП, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7496-545X>
e-mail: pismennikova.gsmu@gmail.com

Evgenia I. Pismennikova, Senior Lecturer at the Department of Radiation Diagnostics with the course of Advanced Training and Retraining, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7496-545X>
e-mail: pismennikova.gsmu@gmail.com

Юрковский Алексей Михайлович, д.м.н., заведующий кафедрой лучевой диагностики с курсом ФПКИП, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0808-183X>

e-mail: yurkovsky@mail.ru

Бобович Наталья Вячеславовна, врач лучевой диагностики, У «Гомельский областной клинический онкологический диспансер», Гомель, Беларусь

e-mail: n_bobo@yandex.ru

Лихачевская Мария Александровна, ассистент кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКИП, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

e-mail: lissmaria@yandex.ru

Alexei M. Yurkovskiy, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Radiation Diagnostics with the course of Advanced Training and Retraining, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0808-183X>

e-mail: yurkovsky@mail.ru

Natalia V. Bobovich, Radiologist, Gomel Regional Clinical Oncologic Dispensary, Gomel, Belarus

e-mail: n_bobo@yandex.ru

Maria A. Likhachevskaya, Assistant Lecturer at the Department of Radiation Diagnostics with the course of Advanced Training and Retraining, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

e-mail: lissmaria@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Письменникова Евгения Игоревна

e-mail: pismennikova.gsmu@gmail.com

Evgenia I. Pismennikova

e-mail: pismennikova.gsmu@gmail.com

Поступила в редакцию / Received 24.06.2024

Поступила после рецензирования / Accepted 04.07.2024

Принята к публикации / Revised 21.11.2024