

DOI: 10.26693/jmbs03.06.254

УДК 616.74-079.1.617.3

*Радченко В. О., Скіданов А. Г., Котульський І. В.,  
Вишняков А. Є., Яковенко С. М., Моложон А. С.*

## УЛЬТРАСОНОГРАФІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНИХ М'ЯЗІВ ЗА УМОВ ДЕГЕНЕРАТИВНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ХРЕБТА

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України»,  
Харків, Україна

skidanov\_artem@ukr.net

У статті розглянуто питання ультразвукографічного оцінювання стану паравертебральних м'язів за умов дегенеративних захворювань хребта. Відомо, що неврологічні прояви дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта належать до найважливіших проблем сучасної медицини. Дегенеративні захворювання хребта виявляють у дорослих людей усіх вікових категорій, що реалізується стабільно високою кількістю хворих, не завжди задовільними результатами консервативного та хірургічного лікування. Понад половини людей працездатного віку протягом життя переносять епізоди різкого болю у спині. Це зумовлює велике медико-соціальне значення проблеми лікування дегенеративних уражень хребта і пошуку факторів ризику їх виникнення. Існує думка, яка збігається з нашою, що одним із таких факторів ризику розвитку дегенеративних захворювань є структурно-функціональні порушення паравертебральних м'язів. Незважаючи на значні наукові дослідження в цьому напрямку, залишаються відкритими питання щодо механізмів м'язових розладів, які призводять до дегенеративних захворювань хребта, рішення котрих, на нашу думку, могло б допомогти в прогнозуванні результатів хірургічного лікування, а також у розробленні адекватного індивідуального протоколу відновного консервативного до- та післяопераційного лікування. На сьогодні немає достатньої кількості обґрунтованих неінвазивних методів прижиттєвої діагностики структури м'язів, зокрема й у поперековій ділянці спини. Обмежені можливості для вивчення паравертебральних м'язових тканин у живих індивідуумів підштовхують до пошуку таких нових шляхів, які дозволять розширити знання в цій галузі. Відомі розроблені методики ультразвукографії (УСГ) м'язових тканин за умов норми та патології. Автори цих розробок відзначають, що метод є дуже корисним у диференціальній діагностиці дегенеративно-дистрофічних захворювань, запальних процесів, травматичних ушкоджень і

рідко вимагає додаткових досліджень. Відомо, що зміни з боку м'язів супроводжуються змінами кісткового скелета. УСГ-дослідження паравертебральних м'язів зазвичай проводять у пацієнтів із хронічним болем у поперековому відділі хребта, інколи – в разі переломів тіл хребців. Вивчення УСГ-характеристик структурних змін у паравертебральних м'язах залежно від віку та статі, а також за різних нозологічних варіантів перебігу остеохондрозу поперекового відділу хребта дало б змогу чіткіше зрозуміти направленість і стадійність відновлення функції уражених м'язів і розробити критерії для оцінювання результатів лікування цієї категорії пацієнтів. У результаті проведеного аналізу літературних даних було встановлено, що саме вивчення УСГ-параметрів може бути ключем до розуміння характеру і глибини патологічного процесу, який призводить до змін м'язів, та, відповідно, прогнозування рівня реабілітаційного потенціалу певного пацієнта. Тому для більшого розуміння даної проблеми потрібні подальші дослідження.

**Ключові слова:** паравертебральні м'язи, ультразвукографія, дегенеративні захворювання хребта, структурні зміни м'язів, ехогенність м'язів, ультразвукове оцінювання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано у рамках науково-дослідної роботи ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» за 2016–2018 рр. «Дослідити структурно-метаболичні порушення у м'язовій та сполучній тканинах у хворих на дегенеративні захворювання поперекового відділу хребта та вплив на них коморбідної патології», № державної реєстрації 0116U002241.

**Вступ.** Неврологічні прояви дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта належать до найважливіших проблем сучасної медицини. Дегенеративні захворювання хребта виявляють у

дорослих людей усіх вікових категорій, що реалізується стабільно високою кількістю хворих, не завжди задовільними результатами консервативного та хірургічного лікування. Понад половини людей працездатного віку протягом життя переносять епізоди різкого болю у спині [1, 2]. Це зумовлює велике медико-соціальне значення проблеми лікування дегенеративних уражень хребта і пошуку факторів ризику їх виникнення. Існує думка, яка збігається з нашою, що одним із таких факторів ризику розвитку дегенеративних захворювань є структурно-функціональні порушення паравертебральних м'язів. Незважаючи на значні наукові дослідження в цьому напрямку, залишаються відкритими питання щодо механізмів м'язових розладів, які призводять до дегенеративних захворювань хребта, рішення котрих, на нашу думку, могло б допомогти в прогнозуванні результатів хірургічного лікування, а також у розробленні адекватного індивідуального протоколу відновного консервативного до- та післяопераційного лікування.

На сьогодні немає достатньої кількості обґрунтованих неінвазивних методів прижиттєвої діагностики структури м'язів, зокрема й у поперековій ділянці спини. Обмежені можливості для вивчення паравертебральних м'язових тканин у живих індивідів підштовхують до пошуку таких нових шляхів, які дозволять розширити знання в цій галузі.

Відомі розроблені методики ультрасонографії (УСГ) м'язових тканин за умов норми та патології [3–7]. Автори цих розробок відзначають, що метод є дуже корисним у диференціальній діагностиці дегенеративно-дистрофічних захворювань, запальних процесів, травматичних ушкоджень і рідко вимагає додаткових досліджень. Відомо, що зміни з боку м'язів супроводжуються змінами кісткового скелета. Це стосується їх анатомічних взаємовідношень, структурних характеристик і функціональних особливостей [8–14].

УСГ протягом декількох десятиріч досить широко використовують у травматології та ортопедії для діагностики травм і захворювань скелетно-м'язової системи – суглобів, м'якотканинних структур – зв'язок, сухожилків, м'язів, нервів; дослідження регенеративів кісток тощо [3–6]. Останнім часом можливості та показання до застосування ультразвукового дослідження для діагностики патології нервово-м'язової системи як у дітей, так і в дорослих значно розширилися [15–22].

УСГ є одним із основних методів візуалізації м'язів [7, 23, 24]. Використання неінвазивного УСГ-методу дає змогу визначити ступінь і поширеність змін у різних ділянках м'язового черевця та дати їм об'єктивну оцінку. Так само, як і комп'ютерна [25–28] та магнітно-резонансна томографії [29–31],

УСГ є неінвазивним методом дослідження, але порівняно з ними має певні переваги – відсутність іонізуючого випромінювання та значно меншу вартість необхідної апаратури. Наявність УСГ-приладів майже в усіх медичних закладах України дає можливість використовувати цей метод у практиці травматологів-ортопедів, зокрема для багаторазового обстеження пацієнтів у динаміці та виконання різноманітних функціональних проб у режимі on-line.

Під час вивчення м'язів, у тому числі й паравертебральних, УСГ забезпечує аналіз їхніх розмірів [32–34]. К. С. Gibbon і співавт. [35] провели дослідження точності вимірювань товщини паравертебральних м'язів за допомогою УСГ, у результаті якого дійшли висновку про достатню надійність цього методу [35], хоча він і поступається МРТ [36]. Проте інші автори були не дуже задоволені точністю вимірювань товщини м'язів шиї за допомогою УСГ [37].

Виявлено роботи, де встановлено зникнення асиметрії паравертебральних м'язів у хворих з люмбагією після проведення курсу фізичних вправ [38], а також зв'язок між зменшенням тривалості ходьби та товщини *m. erector spinae* [39].

У нормі під час сканування за допомогою УСГ візуалізують чітку фасцикулярну структуру м'язів: м'язові волокна мають низьку ехогенність (тобто виглядають практично чорними), а сполучнотканні елементи (перимізій та епімізій) – підвищену (виглядають практично білими) [40].

Ехогенність характеризує ступінь, з яким структурні елементи органу відбивають ультразвукові хвилі. Ехогенність об'єкта визначається його акустичними властивостями, які, в свою чергу, характеризують його гістоморфологічний субстрат [41]. Чим вищий акустичний імпеданс, тим більший ступінь відбиття ультразвуку. Існує загальна закономірність зв'язку ультразвукової та морфологічної структури, яка полягає в наступному: у разі зменшення в структурі об'єкта рідини ехогенність зростає та навпаки. Наприклад, кістка є гіперехогенною тканиною, бо має найзначнішу акустичну щільність і скорішу швидкість проходження ультразвуку, тому найбільше відбиває ультразвукову хвилю. М'язи є гіпоехогенними порівняно з кісткою, підшкірною жировою клітковиною та сухожилками.

Для кількісного оцінювання ехогенності застосовують визначення показника ехоінтенсивності (ехощільності), отриманої з використанням стандартної методики аналізу сірої шкали в обраній ділянці інтересу [5, 42, 43]. Аналіз сірої шкали полягає в комп'ютерному оцінюванні чорно-білих фотографій, зокрема й ультразвукових зображень, в якому кожен піксель може приймати значення від 0 (чорний) до 255 (білий), тобто досліджують

256 відтінків (градацій) сірого кольору. Гіперехогенні тканини мають яскравіше біле, а гіпоехогенні — темне (ближче до чорного) зображення.

М'язи відрізняються ехогенністю, оскільки містять неоднакову кількість сполучної тканини та мають різну орієнтацію м'язових волокон, що загалом впливає на акустичну щільність і створює не схожу УСГ-картину [40]. Якісна оцінка ехогенності залежить від досвіду лікаря, налаштування параметрів апарата, індивідуальних особливостей пацієнта. Зазвичай, для визначення ступеня ехоінтенсивності скелетних м'язів використовують рейтингову шкалу Neckmatt, де основним орієнтиром для порівняння ехогенності їхньої структури є кістка [44].

Дотримання однакових умов проведення УСГ, використання кількісного оцінювання ехогенності зменшує похибки та збільшує чутливість цієї методики. Доведено, що методика аналізу ехоінтенсивності (ехощільності) м'язів за допомогою сірої шкали, має високу чутливість, об'єктивність і точність у діагностиці нервово-м'язових захворювань [45, 46]. Інфільтрація жиру в м'язи та заміна м'язових волокон жировою тканиною призводить до зниження їхньої щільності [36, 47]. У процесі порівняльного аналізу результатів УЗД та МРТ в оцінюванні атрофії та жирової інфільтрації надостьового м'яза встановлено сильну кореляційну залежність між показниками, отриманими за допомогою обох методик ( $r = 0,90$ ), що свідчить про високу діагностичну інформативність УСГ – дослідження м'язів [48].

Виявлено, що ехощільність м'язів у здорових людей різних вікових груп прямо пов'язано з віком і вірогідно збільшується з його підвищенням [16, 49, 50]. Є повідомлення, які дозволяють припустити, що біль у поперековому відділі хребта зв'язаний із ехощільністю багатороздільних м'язів, яка була значно вищою в групі медичних робітників із поперековим болем, ніж без нього [51].

Виявлено роботи, де вивчено за допомогою УСГ стан м'язів у хворих із м'язовими дистрофіями. У діагностиці нервово-м'язових захворювань із системним залученням м'язів в патологічний процес (міопатія, спінальна аміотрофія тощо) особливо важливою є наявність референтних значень таких показників, як товщина й ехощільність м'язів здорових людей залежно від віку та статі, оскільки вони є основою для проведення порівняльного аналізу. Так під час оцінки стану м'язів шиї у дітей з кривошиєю встановлено, що для цієї патології характерна асиметрія тону м'язів, порушення їх щільності та наявність у них дифузних або вогнищевих структурних змін [52].

Нервово-м'язова патологія супроводжується структурними змінами м'язової тканини, які можуть

бути своєчасно виявлені за допомогою ультразвукового обстеження: атрофія, неоднорідність структури, збільшення ехогенності м'язів тощо [40]. В умовах різної патології УСГ-картина м'язів має свої особливості: у випадку міопатії, зазвичай, спостерігають рівномірне підвищення ехогенності м'язів, за умов нейронопатії та невропатії частіше – атрофію, підвищення неоднорідності структури на фоні збільшення ехогенності м'язів [18, 45, 49, 53–55]. Підвищення ехогенності за умов м'язових дистрофій можна пояснити з позицій розуміння гістоморфологічних змін за цієї патології: виявляються порушення нормальної структури, атрофії м'язових волокон, жирового та фіброзного переродження уражених м'язів [56–59]. Оригінальні морфологічні та УСГ-дослідження в динаміці були проведені при експериментальному травматичному пошкодженні м'язів щурів [60]. Виявлено середньої сили вірогідну залежність між показником ехощільності та відсотком фіброзної тканини в дослідних тварин.

Протягом останніх 20 років інтенсивно розробляють концепції неспецифічних рефлекторно-м'язових синдромів за умов патології опорно-рухової системи. В їхній основі лежать полісегментарні ланцюгові міотонічні рефлекси. Клінічно вони проявляються орієнтованими вздовж ланцюжками м'язів, які збігаються за топографією з сухожилково-м'язовими меридіанами. УСГ-методи в цих умовах допомагають виявити структурні зміни в м'язах і оцінити функціональний стан стовбурових статикомоторних центрів. Дослідження структурно-функціонального стану м'язів за допомогою інструментальних методів у пацієнтів із нейро-м'язовим ураженням доцільно проводити комплексно, поєднуючи електрофізіологічні дослідження з візуальним оцінюванням стану м'язів за допомогою УСГ-методу, котрі взаємодоповнюють у цих випадках один одного [61].

Більшість досліджень УСГ-показників м'язів за умов травматичного ушкодження нервів виконано в експерименті на тваринах. Неоднорідність структури, збільшення ехогенності, атрофія м'язів – основні УСГ-характеристики денерваційного процесу в них у разі травми периферичних нервів, які відмічають усі автори, що займалися дослідженням цієї патології [62–67].

С. С. Страфун [63] виявив значні структурні зміни та атрофію денервованих м'язів верхньої кінцівки, вираженість яких залежала від ступеня тяжкості ушкодження нервів і давності денерваційного процесу. Автор звернув увагу на збільшення шару підшкірної жирової клітковини з посиленням її структурованості та щільності фасціальних оболонок м'яза. Саме тоді автор звернув увагу на те, що ехогенність уражених м'язів значно відрізняється

від інтактних та має певну негативну динаміку в часі. Необхідність виконання УСГ-дослідження у пацієнтів після травм кінцівок пов'язана з його високою діагностичною цінністю щодо виявлення поєданого ураження м'язової тканини – денервації, ішемії та прямої травми [63].

УСГ-дослідження свідчать, що після денервації внаслідок травми променевого нерву, основна втрата м'язової маси відбувається в перший місяць і в середньому сягає 17% та не залежить від характеру ушкодження нервового стовбура [62]. Подальша гіпотрофія за відсутності реінервації прогресує досить повільно, в середньому коливається від 3 до 5% на місяць. Реінерваційні процеси в м'язах супроводжувалися появою позитивної функціональної ультразвукової проби, що було показанням до продовження консервативного лікування цієї категорії пацієнтів.

УСГ-дослідження паравертебральних м'язів зазвичай проводять у пацієнтів із хронічним болем у поперековому відділі хребта, інколи – в разі переломів тіл хребців. Вивчення УСГ-характеристик структурних змін у паравертебральних м'язах залежно від віку та статі, а також за різних нозологічних варіантів перебігу остеохондрозу поперекового відділу хребта дало б змогу чіткіше зрозуміти направленість і стадійність відновлення функції уражених м'язів і розробити критерії для оцінювання результатів лікування цієї категорії пацієнтів.

**Заключення.** У результаті проведеного аналізу літературних даних було встановлено, що саме вивчення УСГ-параметрів може бути ключем до розуміння характеру і глибини патологічного процесу, який призводить до змін м'язів, та, відповідно, прогнозування рівня реабілітаційного потенціалу певного пацієнта. Тому для більшого розуміння даної проблеми потрібні подальші дослідження.

## References

1. Kudryavtseva YP, Safonova GD, Berdyugyn KA. Sostoyanye paravertebralnykh myshts pry zabolevanyyakh pozvonochnyka. *Sovremennyye problemy nauky y obrazovaniya*. 2015; 5: 166–9. [Russian]
2. Podchufarova EV, Razumov DV. Bolevoe povedeniye u patsyentov s khronycheskoy bolyu v spyne. *Novosty medyt-syny y farmatsyy*. 2011; 370: 50–5. [Russian]
3. Vovchenko AY. *Putevodytel po ultrazvukovomu yssledovaniyu v travmatologyy y ortopedyy. Sustavy*. K: VBO «Ukraynsky Dopplerovskyy klub»; 2011. 152 s. [Russian]
4. Jacobson J. A. *Fundamentals of musculoskeletal ultrasound*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007. 346 p.
5. Ozcakar A, Tok F, De Muynck M, Vanderstraeten G. Musculoskeletal sonography in physical and rehabilitation medicine. *J Rehabil Med*. 2012; 44(4): 310–8. PMID: 22402760. DOI: 10.2340/16501977-0959.
6. O'Neill J. *Musculoskeletal ultrasound: Anatomy and technique*. NY: Springer; 2008. 348 p.
7. Myronov SP, Eskyn NA, Orletskyy AK, y dr. Ultrazvukovaya dyagnostyka patologyy poperechno-polosatykh myshts. *Vestnyk travmatologyy y ortopedyy ym NN Pryorova*. 2005; 1: 24–33. [Russian]
8. Stulyn YD, Musyn RS, Solonskyy DS, y dr. Vozmozhnosti ultrazvukovykh metodov dyagnostyki neotlozhnykh sostoyaniy v neurologyy. *Zdravookhraneniye y medytzynskyye tekhnologyy*. 2005; 3: 38–40. [Russian]
9. Myronov SP, Burmakova GM, Saltykova VG, y dr. Dyagnostycheskiye vozmozhnosti sonografyy pry poynasnychno-kresttsovykh bolyakh. *Vestnyk travmatologyy y ortopedyy ym NN Pryorova*. 2003; 1: 24–31. [Russian]
10. Zubarev AR, Nemenova. NA. *Ultrazvukovoe yssledovaniye oporno-dvygatelnogo apparata u vzroslykh y detey*. M: Yzdatelskiy dom «Vydar»; 2006. 136 s. [Russian]
11. Kanykyn VYu. *Prymeneniye ultrazvukovogo yssledovaniya v dyagnostyke travm y degenerativno-dystroficheskyykh protsessov krupnykh sustavov*. N Novgorod; 2000: 34–6. [Russian]
12. Saltykova VG, Mytkov VV, Orletskyy AK. Znachenye ultrazvukovogo yssledovaniya sukhozhylnno-myshechnogo apparata plechevogo sustava pry ostrykh travmatycheskykh povrezhdeniyakh. *Ultrazvukovaya y funktsionalnaya dyagnostyka*. 2003; 2: 97–108. [Russian]
13. MakNelly Yu. *Ultrazvukovoe yssledovaniye kostno-myshechnoy systemy: Prakticheskoe rukovodstvo*. Pod red GY Nazarenko, YB Geroevoy; per s angl AN Khytrovoy. M: Yzdatelskiy dom «Vydar»; 2007. 400 s. [Russian]
14. Bucklein W, Vollert K, Wohlgenuth A, Bohndorf K. Ultrasonography of acute musculoskeletal disease. *Eur Radiol*. 2000; 10(2): 290–6. DOI: 10.1007/s003300050046
15. Heidari P, Farahbakhsh F, Rostami M, Noormohammadpour P, Kordi R. The role of ultrasound of the causes of low back pain: a review of the literature. *Asian J Sports Med*. 2015; 6(1): e23803. PMID: 25883773. PMID: PMC4393543. DOI: 10.5812/asjms.23803
16. Arts IM, Pillen S, Schelhaas HJ, Overeem S, Zwarts MJ. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve*. 2010; 41(1): 32–41. PMID: 19722256. DOI: 10.1002/mus.21458
17. Zuberi SM, Matta N, Nawaz S, Stephenson JBP, McWilliam RC, Hollman A. Muscle ultrasound in the assessment of suspected neuromuscular disease in childhood. *Neuromuscul Disord*. 1999; 9(4): 203–7. [https://doi.org/10.1016/S0960-8966\(99\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8966(99)00002-4)
18. Pillen S, Scholten RR, Zwarts MJ, Verrips A. Quantitative skeletal muscle ultrasonography in children with suspected neuromuscular disease. *Muscle Nerve*. 2003; 27(6): 699–705. DOI: 10.1002/mus.10385

19. Pillen S, Verrips A, Alfen N van, Arts IMP, Sie LTL, Zwarts MJ. Quantitative skeletal muscle ultrasound: diagnostic value in childhood neuromuscular disease. *Neuromuscul Disord*. 2007; 17(7): 509–16. DOI: 10.1016/j.nmd.2007.03.008
20. Walker F, Cartwright MS. *Neuromuscular ultrasound*. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2011. 208 p.
21. Wattjes MP, Kley RA, Fischer D. Neuromuscular imaging in inherited muscle diseases. *Eur Radiol*. 2010; 20(10): 47–60. PMID: 20422195. PMCID: PMC2940021. DOI: 10.1007/s00330-010-1799-2
22. Scholten RR, Pillen S, Verrips A, Zwarts MJ. Quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: normal values. *Muscle Nerve*. 2003; 27(6): 693–8. DOI: 10.1002/mus.10384
23. Mayans D, Cartwright MS, Walker PO. Neuromuscular ultrasonography: quantifying muscle and nerve measurements. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2012; 23(1): 133–48. PMID: 22239880. PMCID: PMC3321511. DOI: 10.1016/j.pmr.2011.11.009
24. Van Holsbeeck M, Introcaso J. *Musculoskeletal ultrasound*. St Louis: My Book; 1991. 316 p.
25. Radchenko VA, Skydanov AG, Zmyenko YuA, y dr. Otsenka sostoyaniya paravertebralnykh myshts poyasnychnogo otdela pozvonochnyka s pomoshchyu kompyuternoy tomografyy (obzor lyteratury). *Ortopediya, travmatologiya y protezyrovaniye*. 2013; 4: 128–33. [Russian] DOI: 10.15674/0030-598720134128-133
26. Ondo WG, Haykal HA. Paraspinal muscle asymmetry in Parkinson's disease. *Int J Neurosci*. 2013; 124(2): 93–6. PMID: 23865391. DOI: 10.3109/00207454.2013.825259
27. Skidanov AG, Avrunin OG, Tymkovich MYu, ta in. Otsynuyannya paravertebralnykh m'yakyykh tkanyu za dopomogoyu komp'yuternoy tomografyyi. *Ortopediya, travmatologiya y protezyrovaniye*. 2015; 3: 61–5. [Ukrainian] DOI: 10.15674/0030-59872015361-64
28. Patent 111269 Ukraine, MPK A 61B 6/03, G06T 7/40, G06F 15/18. Sposib vyznachennya struktury paravertebralnykh m'yaziv za dopomogoyu komp'yuternoy tomografyyi / Avrunin OG, Skidanov AG, Radchenko VO, ta in. (UA); zayavnik i vlasnik patentu DU «IPKhS im prof. MI Sytenka NAMN» (UA). № a201410285; zayavl 19.09.2014; opubl 10.02.2015. Byul № 3.
29. Shahidi B, Parra CL, Berry DB, Hubbard JC, Gombatto S, Zlomislic V, et al. Contribution of lumbar spine pathology and age to paraspinal muscle size and fatty infiltration. *Spine*. 2017; 42(8): 616–23. PMID: 27517512. PMCID: PMC5303569. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001848
30. Xu WB, Liu JH, Chen ZJ, et al. Multifidus muscle atrophy not observed following two-segment anterior interbody fusion: a rabbit model study with a 12-month follow-up. *Spine*. 2017; 42(10): 711–7. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001917
31. Takayama K, Kita T, Nakamura H, Kanematsu F, Yasunami T, Sakanaka H, Yamano Y. New predictive index for lumbar paraspinal muscle degeneration associated with aging. *Spine*. 2016; 41(2): E84–E90. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001154
32. Ohe A, Kimura T, Goh AC, Oba A, Takahashi J, Mogami Y. Characteristics of trunk control during crook-lying unilateral leg raising in different types of chronic low back pain patients. *Spine*. 2015; 40(8): 550–9. PMID: 25868094. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000828
33. Nagar VR, Hooper TL, Dedrick GS, Brismée JM, Sizer PS Jr. Effect of recurrent low back pain history on volitional preemptive abdominal activation during a loaded functional reach activity. *Spine*. 2014; 39(2): E89–E96. PMID: 24153166. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000091
34. Kim BJ, Lee SK. Effects of three spinal stabilization techniques on activation and thickness of abdominal muscle. *J Exerc Rehabil*. 2017; 13(2): 206–9. PMID: 28503534. PMCID: PMC5412495. DOI: 10.12965/jer.1734900.450
35. Gibbon KC, Debusse D, Hibbs A, Caplan N. Reliability and precision of sonography of the lumbar multifidus and transversus abdominis during dynamic activities. *J Ultrasound Med*. 2017; 36(3): 571–81. PMID: 28150321. DOI: 10.7863/ultra.16.03059
36. Vohra P, Kasana VP, Arya RK. Role of MRI and ultrasonography in evaluation of multifidus muscle in chronic low back pain patients. *Int J Res Med Sci*. 2016; 4(12): 5302–9. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20164199
37. Øverås CK, Myhrvold BL, Røsok G, Magnesen E. Musculoskeletal diagnostic ultrasound imaging for thickness measurement of the principal muscle of the cervical spine — a reliability and agreement study. *Chiropractic & Manual Therapies*. 2017; 25(2): 2. PMID: 28070269. PMCID: PMC5215195. DOI: 10.1186/s12998-016-0132-9
38. Berglund L, Aasa B, Michaelson P, Aasa U. Effects of low-load motor control exercises and a high-load lifting exercise on lumbar multifidus thickness: a randomized controlled trial. *Spine*. 2017; 42(15): E876–E882. PMID: 27870804. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001989
39. Masaki M, Ikezoe T, Fukumoto Y, Minami S, Aoyama J, Ibuki S, et al. Association of walking speed with sagittal spinal alignment, muscle thickness, and echo intensity of lumbar back muscles in middle-aged and elderly women. *Aging Clin Exp Res*. 2016; 28(3): 429–34. PMID: 26319656. DOI: 10.1007/s40520-015-0442-0
40. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound. *Eur J Translational Myology*. 2010; 1(4): 145–55. DOI: 10.4081/ejtm.2010.1812
41. *Luchevaya dyagnostyka: uchebnyk dlya VUZov v 2-kh t. Vol 1*. Ed by GE Trufanova. M: GEOTAR-Medya; 2009. 416 s. [Russian]
42. Patent 2082319 RU. MPK A61V 8/08. Sposob kolychestvennoy otsenky ultrasonografycheskogo yzobrazheniya organov y tkaney / Kynzerskiy AYu, Kynzerskaya ML, Leontev SP, Medvedev DV. (RU); patentoobladately Kynzerskiy

- AYu, Kyyzerskaya ML, Leontev SY, Medvedev DV (RU). № 94024339/14; zayavl. 09.06.94; opubl. 27.06.97. Otkrytyya. Yzobretenyya. 1997. Byul № 18. [Russian]
43. Nielsen PK, Jensen BR, Darvann T, Jørgensen K, Bakke M. Quantitative ultrasound tissue characterization in shoulder and thigh muscles — a new approach. *BMC musculoskeletal Disorders*. 2006; 7: 2. PMID: 16420695. PMCID: PMC1402295. DOI: 10.1186/1471-2474-7-2
  44. Zaidman CM, Malkus EC, Siener C, Florence J, Pestronk A, Al-Lozi M. Qualitative and quantitative skeletal muscle ultrasound in late-onset acid maltase deficiency. *Muscle Nerve*. 2011; 44(3): 418–23. PMID: 21755514. PMCID: PMC3193541. DOI: 10.1002/mus.22088
  45. Boon AJ, Smith J, Harper CM. Ultrasound applications in electrodiagnosis. *PMR*. 2012; 4: 37–49. PMID: 22269451. DOI: 10.1016/j.pmrj.2011.07.004
  46. Pillen S, van Keimpema M, Nievelstein RA, Verrips A, van Kruijsbergen-Raijmann W, Zwarts MJ. Skeletal muscle ultrasonography: visual versus quantitative evaluation. *J Ultrasound Med Biol*. 2006; 32(9): 1315–21. PMID: 16965971. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2006.05.028
  47. Kader DF, Wardlaw D, Smith FW. Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clin Radiol*. 2000; 55(2): 145–9. PMID: 10657162. DOI: 10.1053/crad.1999.0340
  48. Khoury V, Cardinal E, Brassard P. Atrophy and fatty infiltration of the supraspinatus muscle: Sonography versus MRI. *Am J Roentgenol*. 2008; 190(4): 1105–11. PMID: 18356462. DOI: 10.2214/AJR.07.2835
  49. Maurits NM, Bollen AE, Windhausen A, De Jager AE, Van Der Hoeven JH. Muscle ultrasound analysis: normal values and differentiation between myopathies and neuropathies. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2003; 29(2): 215–25. PMID: 12659909
  50. Li X, Karmakar MK, Lee A, Kwok WH, Critchley LA, Gin T. Quantitative evaluation of the echointensity of the median nerve and flexor muscles of the forearm in the young and the elderly. *Br J Radiol*. 2012; 85: e140–5. PMID: 22010029. PMCID: PMC3474090. DOI: 10.1259/bjr/30878012
  51. Masaki M, Aoyama T, Murakami T, Yanase K, Ji X, Tateuchi H, Ichihashi N. Association of low back pain with muscle stiffness and muscle mass of the lumbar back muscles, and sagittal spinal alignment in young and middle-aged medical workers. *Clin Biomech*. 2017; 49: 128–33. PMID: 28934633. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2017.09.008
  52. Dvoryakovskyy YV, Akoev YuS, Dvoryakovskyy YY, Sukhareva VK. Ultrazvukovaya otsenka myshts they u detey s vrozhdennoy myshechnoy kryvosheey. *Ultrazvukovaya y funktsyonalnaya dbagnostyka*. 2005; 3: 47–9. [Russian]
  53. Maurits NM, Beenakker EA, vanSchaik DE, Fock JM, van der Hoeven JH. Muscle ultrasound in children: normal values and application to neuromuscular disorders. *Ultrasound Med Biol*. 2004; 30(8): 17–27. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2004.05.013
  54. Lee CD, Song Y, Peltier AC, Jarquin-Valdivia AA, Donofrio PD. Muscle ultrasound quantifies the rate of reduction of muscle thickness in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve*. 2010; 42: 814–9. DOI: 10.1002/mus.21779
  55. Arts IM, Van Rooij FG, Overeem S, Pillen S, Janssen HM, Schelhaas HJ, Zwarts MJ. Quantitative muscle ultrasonography in amyotrophic lateral sclerosis. *Ultrasound Med Biol*. 2008; 34(3): 354–61. PMID: 17964067. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2007.08.013
  56. Reimers K, Reimers CD, Wagner S, Paetzke I, Pongratz DE. Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology. *Ultrasound Med*. 1993; 12(2): 73–7. PMID: 8468739
  57. Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, Lammens MM, Verrijp KN, Arts IM, et al. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. *Ultrasound in medicine & biology*. 2009; 35(3): 443–6. PMID: 19081667. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.09.016.
  58. Danyshchuk ZN, Skydanov AG, Batura YA. Morfologyya paravertebralnykh myshts patsyentov s degeneratyvnymy zboleuvanyamy poyasnychnogo otdela pozvonochnyka. *Tavrycheskyy medyko-byologichesky vestnyk*. 2013; 16: 37–41. [Russian]
  59. Radchenko VO, Skidanov AG, Morozenko DV, ta in. Vidnosnyy vmist riznykh tkanyh u paravertebralnykh m'yazakh poperekovogo viddilu khrebtu za umov degeneratyvnnykh zakhvoryuvan ta u zdorovykh zalezho vid viku. *Ortopedyya, travmatologyya y protezyrovanye*. 2017; 1: 80–6. [Ukrainian] DOI: 10.15674/0030-59872017180-86
  60. Hu CF, Chen CP, Tsai WC, Hu LL, Hsu CC, Tseng ST, Shau YW. Quantification of skeletal muscle fibrosis at different healing stages using sonography. Morphologic and histologic study in an animal model. *J Ultrasound Med*. 2012; 31(1): 43–8. PMID: 22215768
  61. Shah JP, Thaker N, Heimur J, Aredo JV, Sikdar S, Gerber L. Myofascial trigger points then and now: a historical and scientific perspective. *PMRJ*. 2015; 7(7): 746–61. PMID: 25724849. PMCID: PMC4508225. DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.01.024
  62. Golubev VG, Kkhyr Bek M, Yulov VV, Goncharov NG. Otsenka ultrazvukovykh dannykh nervno-myshechnogo apparata pry travmakh lucheвого nerva. *Khyrurgyya. Zhurnal im NY Pyrogova*. 2011; 10: 58–65. [Russian]
  63. Strafun SS. *Kompleksne ortopedychne likuvannya khvorykh z zastarilymy ushkodzhennyamy plechovogo spletnnyya ta peryferychnykh nerviv verkhnoyi kintsivky*: Abstr. Dr. Sci. (Med.). Kyiv; 1999. 32 c. [Ukrainian]
  64. Küllmer K, Sievers KW, Reimers CD, [et al.] Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic and histopathologic findings within a 2-month period of examination after experimental muscle denervation. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 1998; 117(4–5): 228–34. DOI: 10.1007/s004020050234

65. Bargfrede M, Schwennicke A, Tumani H, Reimers C. Quantitative ultrasonography in focal neuropathies as compared to clinical and EMG findings. *Eur J Ultrasound*. 1999; 10(1): 21–9. PMID: 10502636. DOI: 10.1016/S0929-8266(99)00040-3
66. Jung JC, Lee SG, Kim JH, [et al.] The significance of echogenicity in denervated skeletal muscle. *Chonnam Med J*. 2001; 37(4): 383–8.
67. Kulmer K, Reimers CD, Eysel P, Harland UD. Ultrasound follow-up after experimental muscle denervation. *Ultraschall Med*. 1996; 17(5): 225–8.

УДК 616.74-079.1.617.3

**УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНЫХ МЫШЦ В УСЛОВИЯХ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА**

**Радченко В. А., Скиданов А. Г., Котульский И. В.,  
Вишняков А. Е., Яковенко С. М., Моложон А. С.**

**Резюме.** В статье рассмотрены вопросы ультразвукографической оценки состояния паравертебральных мышц в условиях дегенеративных заболеваний позвоночника. Известно, что неврологические проявления дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника относятся к важнейшим проблемам современной медицины. Дегенеративные заболевания позвоночника обнаруживают у взрослых людей всех возрастных категорий, что реализуется стабильно высоким количеством больных, не всегда удовлетворительными результатами консервативного и хирургического лечения. Более половины людей трудоспособного возраста в течение жизни переносят эпизоды резкой боли в спине. Это обуславливает большое медико-социальное значение проблемы лечения дегенеративных заболеваний позвоночника и поиска факторов риска их возникновения. Существует мнение, которое совпадает с нашим, что одним из таких факторов риска развития дегенеративных заболеваний являются структурно-функциональные нарушения паравертебральных мышц. Несмотря на значительные научные исследования в этом направлении, остаются открытыми вопросы о механизмах мышечных расстройств, которые приводят к дегенеративным заболеваниям позвоночника, решение которых, по нашему мнению, могло бы помочь в прогнозировании результатов хирургического лечения, а также в разработке адекватного индивидуального протокола восстановительного консервативного до- и послеоперационного лечения. На сегодня нет достаточного количества обоснованных неинвазивных методов прижизненной диагностики структуры мышц, в том числе и в поясничной области спины. Ограниченные возможности для изучения паравертебральных мягких тканей в живых индивидуумов подталкивают к поиску таких новых путей, которые позволят расширить знания в этой области. Известны разработаны методики ультразвукографии (УСГ) мягких тканей в условиях нормы и патологии. Авторы этих разработок отмечают, что метод является очень полезным в дифференциальной диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний, воспалительных процессов, травматических повреждений и редко требует дополнительных исследований. Известно, что изменения со стороны мышц сопровождаются изменениями костного скелета. УСГ-исследование паравертебральных мышц обычно проводят у пациентов с хронической болью в поясничном отделе позвоночника, иногда – в случае переломов тел позвонков. Изучение УСГ-характеристик структурных изменений в паравертебральных мышцах в зависимости от возраста и пола, а также при различных нозологических вариантах течения остеохондроза поясничного отдела позвоночника позволило бы четко понять направленность и стадийность восстановления функции пораженных мышц и разработать критерии для оценки результатов лечения этой категории пациентов. В результате проведенного анализа литературных данных было установлено, что именно изучение УСГ-параметров может быть ключом к пониманию характера и глубины патологического процесса, который приводит к изменениям мышц и, соответственно, прогнозирования уровня реабилитационного потенциала определенного пациента. Поэтому для большего понимания данной проблемы требуются дальнейшие исследования.

**Ключевые слова:** паравертебральные мышцы, ультразвукография, дегенеративные заболевания позвоночника, структурные изменения мышц, экзогенность мышц, ультразвуковая оценка.

UDC 616.74-079.1.617.3

**Ultrasound Evaluation of the State of Paravertebral Muscles  
in Conditions of Degenerative Diseases of the Spine**

**Radchenko V. O., Skidanov A. G., Kotulskiy I. V.,  
Vishnyakov A. Ye., Yakovenko S. M., Molozhon A. S.**

**Abstract.** The article deals with the questions of ultrasound evaluation of the state of paravertebral muscles in conditions of degenerative diseases of the spine.

It is known that neurological manifestations of degenerative-dystrophic diseases of the spine belong to the most important problems of modern medicine. Degenerative diseases of the spine are found in adults of all age categories. It is realized by a stable high number of patients, not always satisfactory results of conservative and surgical treatment. More than half of the people of working age undergo episodes of sharp back pain during a lifetime. This determines the great medical and social importance of the problem of treatment of degenerative lesions of the spine and the search for risk factors for their occurrence. There is an opinion that coincides with ours that one of such risk factors for the development of degenerative diseases is structural and functional disorders of paravertebral muscles. Despite significant scientific research in this area, questions remain about mechanisms of muscular disorders that lead to degenerative diseases of the spine, the decisions of which, in our opinion, could help in forecasting the results of surgical treatment, as well as in developing an adequate individual recovery protocol conservative pre- and postoperative treatment.

At present the number of substantiated non-invasive methods for life-long diagnostics of muscle structure, in particular in the lumbar spine, is not sufficient. Limited possibilities for studying paravertebral soft tissues from living individuals are pushed to find new ways to expand their knowledge in this area. The developed techniques of ultrasound (US) of soft tissues are known in the conditions of norm and pathology. The authors of these developments note that the method is very useful in the differential diagnosis of degenerative-dystrophic diseases, inflammatory processes, traumatic injuries and rarely requires additional research.

It is known that changes in the muscles are accompanied by changes in the bone skeleton. Ultrasonographic-study of paravertebral muscles is usually performed in patients with chronic pain in the lumbar spine, sometimes – in the event of fractures of the vertebral bodies. Studying US-characteristics of structural changes in paravertebral muscles depending on age and sex, as well as different nosological variants of the course of osteochondrosis of the lumbar spine, would make it possible to more clearly understand the direction and stage of restoration of the function of affected muscles. Moreover, it will help develop criteria for evaluating the results of treatment for these categories of patients.

As a result of the analysis of literary data, it was found out that the study of US parameters could be the key to understanding the nature and depth of the pathological process, which leads to muscle changes, and, accordingly, predict the level of rehabilitation potential of a particular patient. Therefore, further research is needed to better understand this problem.

**Keywords:** paravertebral muscles, ultrasonography, degenerative diseases of the spine, structural changes in muscles, echogenicity of muscles, ultrasound evaluation.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 17.07.2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування