

УДК 616.741-073.763.5:617.547-003.8](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872018350-56>

Зміни в паравертебральних м'язах пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта

В. О. Радченко, А. Г. Скіданов

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

Studying of changes in paravertebral muscles is necessary for understanding the prognosis of the course, developing strategies for the prevention and treatment of patients with degenerative diseases of the spine. Objective: to determine changes in paravertebral muscles in patients with degenerative diseases of the lumbar spine. Methods: 129 patients who were operated on the reason of instability, intervertebral disc hernias, spondylolisthesis, spinal stenosis, and 11 healthy volunteers were examined on a spiral computer tomograph SOMATOM Emotion. The content of fat, muscle and connective tissues in the paravertebral muscles was determined with the help of an original computer program. A correlation analysis for the assessment was performed. Results: in patients with intervertebral discs hernias, spondylolisthesis and stenosis of the vertebral canal, the fat content in the paravertebral muscles was higher than in the control group (7.24 ± 1.56) and (16.03 ± 1.62); (18.40 ± 2.17) and (19.70 ± 2.36) % relatively. The differences were more pronounced in m. multifidus and m. erector spinae. A significant decrease in the amount of muscle tissue was observed in patients with spondylolisthesis ($M-W U = 95$, $Z = -2.51082$, $p = 0.01$) and stenosis ($M-W U = 39$, $p = 0.007$). The most pronounced changes, as in the case of fat tissue, were found in m. erector spine and m. multifidus. The content of connective tissue in groups with herniated intervertebral discs, spondylolisthesis and spinal stenosis did not differ from the control parameters, and in patients with instability its quantity was significantly higher. Conclusions: degenerative changes in the muscles directly correlate with disorders of other structures of the spine and progress depending on the diagnosis in the order: «instability – herniated intervertebral disc – spondylolisthesis – stenosis of the spinal canal». Key words: degenerative diseases, lumbar spine, paravertebral muscles.

Исследование изменений в паравертебральных мышцах необходимо для понимания прогнозирования течения, разработки стратегий профилактики и лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника. Цель: определить изменения паравертебральных мышц у пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Методы: на спиральном компьютерном томографе SOMATOM Emotion обследовано 129 пациентов, прооперированных по поводу нестабильности, грыж межпозвоночного диска, спондилолистеза, стеноза позвоночного канала, и 11 условно здоровых добровольцев. Содержание жировой, мышечной и соединительной тканей в паравертебральных мышцах определяли с помощью оригинальной компьютерной программы. Для оценки выполнен корреляционный анализ. Результаты: у пациентов с грыжами межпозвоночных дисков, спондилолистезом и стенозом позвоночного канала содержание жировой ткани в паравертебральных мышцах превышало показатели контрольной группы ($7,24 \pm 1,56$) и ($16,03 \pm 1,62$); ($18,40 \pm 2,17$) и ($19,70 \pm 2,36$) % соответственно. Различия были более выраженными в m. multifidus и m. erector spinae. Установлено значимое уменьшение количества собственно мышечной ткани у больных со спондилолистезом ($M-W U = 95$, $Z = -2,51082$, $p = 0,01$) и стенозом ($M-W U = 39$, $p = 0,007$). Наиболее выраженные изменения, как и в случае с жировой тканью, выявлены в m. erector spine и m. multifidus. Содержание соединительной ткани в группах с грыжами межпозвоночных дисков, спондилолистезом и стенозом позвоночного канала не отличалось от показателей контроля, а у пациентов с нестабильностью ее количество было значимо большим. Выводы: дегенеративные изменения в мышцах прямо коррелируют с нарушениями других структур позвоночника и прогрессируют в зависимости от диагноза в порядке: «нестабильность – грыжи межпозвоночного диска – спондилолистез – стеноз позвоночного канала». Ключевые слова: дегенеративные заболевания, поясничный отдел позвоночника, паравертебральные мышцы.

Ключові слова: дегенеративні захворювання, поперековий відділ хребта, паравертебральні м'язи

Вступ

Обмеження можливостей обстеження м'язів живих осіб тривалий час були перешкодою для їхнього вивчення. Суттєвим поштовхом до розвитку досліджень паравертебральних м'язів стало поширене використання комп'ютерної (КТ) та магнітно-резонансної томографії (МРТ) наприкінці 80-х років минулого століття [1–4]. Перевагою цих методів є їхня неінвазивність і можливість повторного виконання [5, 6]. КТ-сканування забезпечує неінвазивну та відтворювану інформацію про щільність м'язів за допомогою одиниць Hounsfield (HU), площі поверхні поперечного перерізу й інших характеристик м'язів, таких як жирова інфільтрація або вміст сполучної та жирової тканин [7–11]. Виявлено, що достовірність аксіальних зрізів КТ для вимірювання площі поперечного перерізу та щільності м'язів спини в пацієнтів із хронічним поперековим болем є прийнятною [6, 12].

Відомо, що в процесі старіння зменшується маса скелетної мускулатури та її сила внаслідок вікових атрофічних змін. Це явище, відоме як саркопенія, обумовлене багатьма чинниками, серед яких зменшення кількості та розміру м'язових волокон, жирова дистрофія, повільно прогресуючий нейрогенний процес тощо [13, 14]. Здебільшого саркопенію діагностують в осіб старших вікових груп. Вона асоціюється зі зниженням фізичної активності, збільшенням частоти падінь і, як наслідок, погіршенням якості життя.

Для об'єктивного оцінювання стану поперекових м'язів у повсякденній клінічній практиці необхідна стандартизована методика отримання та вимірювання зображень, яка гарантувала би надійність методу [7]. D. V. Berry та співавт. [15] описали методологічний підхід до аналізу паравертебральних м'язів за аксіальними МРТ-сканами. Для виділення регіонів інтересу вони використали два методи: у першому визначали видимі кордони м'язів із включенням епімускулярного жиру між м'язом і фасцією, у другому — без включення. J. Solgaard Sorensen і співавт. [16] запропонували критерії оцінювання на МРТ-сканах стану паравертебральних м'язів на рівні поперекового відділу хребта в дорослих у балах: 0 — без жиру, 1 — слабка інфільтрація, 2 — важка. L. Kalichman і співавт. [12] використали таку систему визначення дегенерації паравертебральних м'язів: перший клас — нормальний стан, жирова інфільтрація до 10 % площі поперечного перерізу; другий — помірна дегенерація, 10–50 % жирової інфільтра-

ції; третій — важка, понад 50 % жирової інфільтрації. На думку авторів, метод має досить високу чутливість і надійність. Проте інші фахівці [17], застосувавши цей метод, підтвердили його надійність для дорослих, але не для підлітків. Однією з причин цього є те, що в підлітків основні зміни в паравертебральних м'язах пов'язані зі сполучною, а не з жировою тканиною. До закінчення росту людини в м'язах збільшується кількість сполучної тканини, тобто вони грубішають [18]. D. Goutallier і співавт. [19] запропонували для оцінювання жирової дегенерації поперекового багатороздільного м'яза детальнішу, п'ятирівневу систему МРТ-класифікації.

Останніми роками все частіше публікують роботи щодо вивчення взаємозв'язку між станом паравертебральних м'язів і дегенеративними захворюваннями хребта. На підставі аналізу результатів КТ із використанням розробленої нами програми встановлено, що з віком у паравертебральних м'язах збільшується кількість жирової та сполучної тканин, а м'язової — зменшується. При цьому вказані зміни виявилися більш вираженими в пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта, ніж у здорових волонтерів [18]. Пізніше аналогічні результати отримали інші дослідники [20].

L. Kalichman і співавт. [8] зазначили, що збільшення ступеня спондилоартрозу пов'язане зі зменшенням щільності паравертебральних м'язів і підвищенням показників жирової інфільтрації в *m. multifidus* і *m. erector spinae* [12].

Одним із найпоширеніших захворювань поперекового відділу хребта є грижі міжхребцевого диска, які через стискання нервових корінців спричинюють біль у хребті, нозі, спазми м'язів та обмеження рухів [21]. У пацієнтів із грижами поперекових дисків дисфункція м'язів спини є поширеною, відмічається їхня гіпотрофія [22]. W. H. Kim і співавт. [23] зафіксували зменшення площі поперечного перерізу багатороздільного м'яза на стороні ураження в пацієнтів з одностороннім ішіасом унаслідок грижі поперекових дисків і припустили, що це пов'язано з тривалістю здавлювання нервових корінців, що можна пояснити однобічним, сегментарним порушенням іннервації м'язів [24]. Установлено, що асиметрія паравертебральних м'язів понад 10 % часто трапляється в чоловіків без поперекового болю в анамнезі [25]. Крім того, подано докази сегментарно-специфічних дегенеративних змін у поперековому багатороздільному м'язі після грижі диска, а саме: зменшення площі поперечного

перерізу (особливо на стороні ураження) і щільності м'язів (імовірно, через підвищення співвідношення жир/вода) [7].

У науковій літературі наведено результати аналізу змін паравертебральних м'язів у 149 пацієнтів середнього віку із дегенеративним спондилолітезом [26]. Співвідношення висоти міжхребцевого диска та гіпотрофії *m. multifidus* у хворих на спондилолітез, зазвичай, було значно нижчим, ніж у контрольній групі, а інтенсивності сигналу паравертебральних м'язів та їхньої гіпотрофії — значно вищим. Підтверджено, що гіпотрофія *m. erector spinae* та співвідношення інтенсивності сигналу *m. multifidus* є незалежними чинниками, які обумовлюють поперековий спондилолітез. Ці результати співпали з даними інших авторів, які виявили значну асоціацію між низькою щільністю *m. multifidus* і спондилолітезом [8].

Серед 66 хворих на стеноз хребтового каналу в поперековому відділі виявлено більшу площу поперечного перерізу *m. psoas* у чоловіків порівняно з жінками. У старших пацієнтів площа поперечного перерізу *m. psoas* була меншою, а жирова інфільтрація *m. multifidus* — більшою, ніж у молодших. При цьому хворі з підвищеною жировою інфільтрацією паравертебральних м'язів мали значно гірші функціональні показники. Збільшена жирова інфільтрація була репрезентативнішою відносно нервових розладів, ніж ступінь звуження хребтового каналу [24]. На цій підставі висловлено припущення, що жирова інфільтрація *m. multifidus* може бути використана як більш вагомий прогностичний чинник функціональних порушень у разі стенозу хребтового каналу, ніж ступінь його звуження [7].

Незважаючи на ключову роль паравертебральних м'язів для реабілітації не лише за умов консервативного, а й хірургічного лікування пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта, кількість досліджень щодо змін у них обмежена. Ми не виявили робіт із оцінювання стану паравертебральних м'язів у разі дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта з позицій визначення відсоткового вмісту сполучної, жирової та м'язової тканин, а не лише жирової. Не встановлено взаємозв'язок стану паравертебральних м'язів із різними нозологіями дегенеративних захворювань хребта. Додаткові дослідження необхідні для створення стратегій профілактики, прогнозування перебігу та лікування пацієнтів із вказаною патологією.

Мета роботи: на підставі аналізу зображень комп'ютерної томографії визначити зміни в па-

равертебральних м'язах у пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта.

Матеріал і методи

Виконання роботи схвалено на засіданні комітету з біоетики при ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН» (протокол № 101 від 14.05.2012).

Матеріалом дослідження стали результати обстеження 129 пацієнтів (53 чоловіки та 76 жінок), яких прооперували з приводу дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта, а також 11 умовно здорових добровольців. Всіх хворих розділили на чотири групи (N, G, S і St) із урахуванням ознак захворювання, які більшою мірою визначають клінічну картину, на підставі класифікації, розробленої в ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» [27]. Групу N склали 15 (12 %) пацієнтів із нестабільністю хребтових рухових сегментів, G — 64 (49 %) із встановленим у процесі обстеження діагнозом «грижа міжхребцевого диска», S — 30 (23 %) зі спондилолітезом, St — 20 (16 %) зі стенозом хребтового каналу. Обстеження проводили на спіральному комп'ютерному томографі SOMATOM Emotion з покровою комп'ютерною томографією (130 kV, 225 mAs), товщиною зрізу 3 мм, кроком подавання стола 3 мм у площині, паралельній міжхребцевим дискам. У разі спірального режиму сканування товщина зрізу становила 3 мм, індекс стола (pitch) — 4,5 мм, індекс реконструкції — 1,5 мм. Оцінювання зображень проводили в діапазонах: ширина вікна 350 HU, центр вікна 40 HU. Вивчали зрізи на трьох рівнях: L_{III}–L_{IV}, L_{IV}–L_V, L_V–S_I.

Відносний вміст жирової, м'язової та сполучної тканин у паравертебральних м'язах поперекового відділу хребта визначали за допомогою створеної комп'ютерної програми з точністю 87,85 % [10, 11] на підставі виявлення рентгенощільності тканин в одиницях Хаунсфілда (HU) на аксіальних КТ-зрізах. Для виділення потрібних регіонів використовували метод, за якого визначають видимі кордони м'язів, що не включають епімускулярний жир між м'язом та фасцією [15, 28].

Для оцінювання значущості та сили впливу віку на відсоток вмісту м'язової, сполучної та жирової тканин виконано кореляційний аналіз цих показників. Обчислювали рангові кореляції Спірмена віку зі змінними, які відображають відсотковий вміст вказаних трьох типів тканин у різних м'язах і на різних рівнях. Кореляційний аналіз проводили як із врахуванням даних про всіх пацієнтів і умовно здорових осіб, так і за окре-

мими підгрупами хворих із різними діагнозами внаслідок дегенеративних порушень функції хребта. Якісно силу зв'язку оцінювали на основі значень коефіцієнта кореляції відповідно до шкали Чеддока.

Результати та їх обговорення

Вміст жирової тканини в поперекових паравертебральних м'язах

Основні відмінності паравертебральних м'язів пацієнтів різних груп стосувалися жирової тканини. Значно більшу її кількість у м'язах порівняно з контрольною групою ($(7,24 \pm 1,56) \%$) визначено у хворих із грижами міжхребцевих дисків — $(16,03 \pm 1,62) \%$, спондилітезом — $(18,40 \pm 2,17) \%$, стенозом хребтового каналу —

$(19,70 \pm 2,36) \%$. Кількість жирової тканини в пацієнтів із нестабільністю хребтових рухових сегментів $(9,68 \pm 1,99) \%$ не відрізнялася від показників контрольної групи, водночас її значно менше у порівнянні з пацієнтами інших груп.

Відмінності у відсотковому вмісті жирової тканини виявлені у всіх паравертебральних м'язах порівняно з контрольною групою, хоча більшою мірою зміни спостерігалися в *m. multifidus* і *m. erector spinae*. Ступінь важкості змін у паравертебральних м'язах прогресував від груп «нестабільність» і «грижі міжхребцевих дисків» до «спондилітез» і «стеноз» та прямо корелював зі ступенем дегенеративних змін кісткових, суглобових і зв'язкових структур.

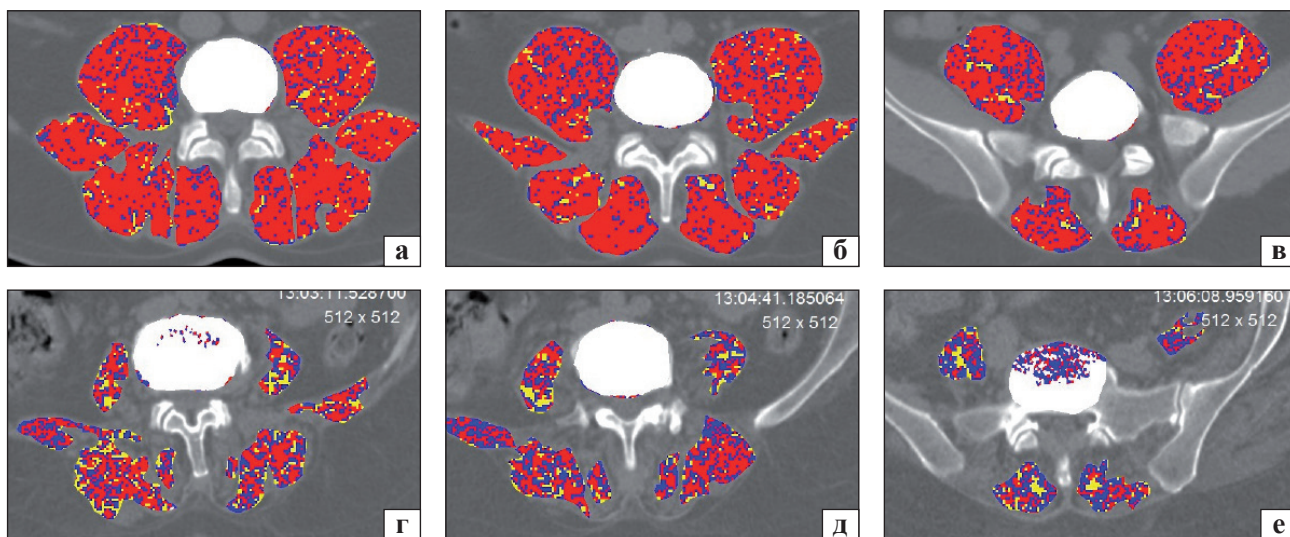


Рис. 1. Аксиальні КТ-зрізи на рівні L_{III}–L_{IV}, L_{IV}–L_V, L_V–S_I пацієнта С., 42 роки, контрольна група (а, б, в): *m. psoas* округлої форми, площа поперечного перерізу *m. psoas* більше ніж тіла хребця; аксиальні КТ-зрізи на рівні L_{III}–L_{IV}, L_{IV}–L_V, L_V–S_I пацієнтки Г., 48 років, спондилітез (г, д, е): *m. psoas* із великим вмістом жирової тканини неправильної форми, площа поперечного перерізу *m. psoas* значно менше ніж тіла хребця

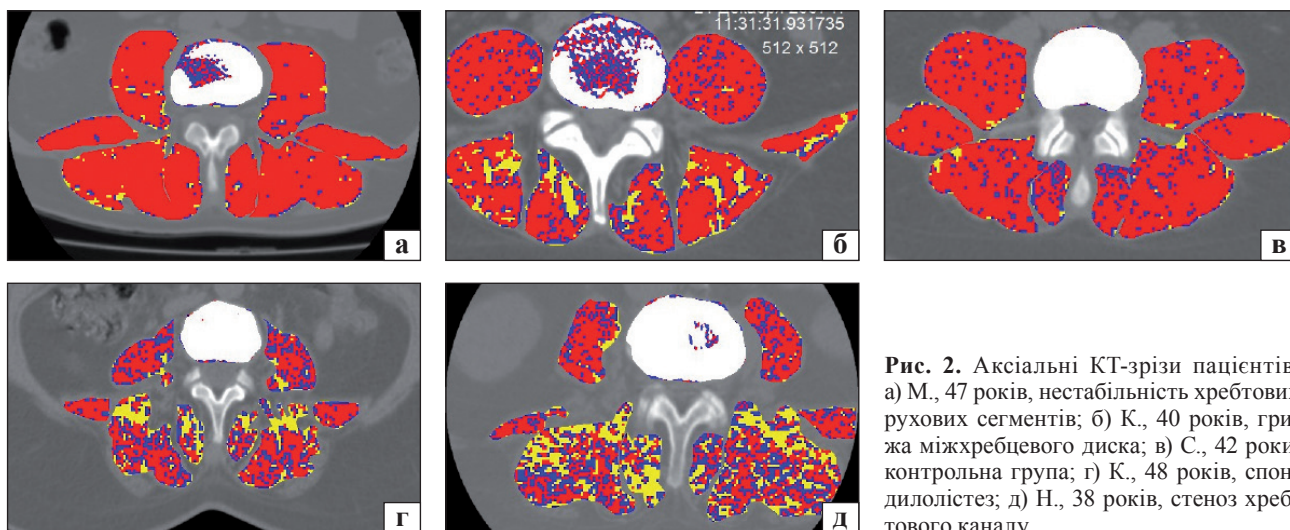


Рис. 2. Аксиальні КТ-зрізи пацієнтів: а) М., 47 років, нестабільність хребтових рухових сегментів; б) К., 40 років, грижа міжхребцевого диска; в) С., 42 роки, контрольна група; г) К., 48 років, спондилітез; д) Н., 38 років, стеноз хребтового каналу

У пацієнтів зі спондилістезом, крім більш виражених змін *m. multifidus* і *m. erector spinae*, встановлений вищий порівняно з контрольною групою вміст жирової тканини в *m. psoas* (рис. 1), зазвичай ця особливість супроводжувалася значним зменшенням площі поперечного перерізу *m. psoas*.

Зменшення площі поперечного перерізу *m. psoas* порівняно з площею перерізу тіла хребця виявилось характерною ознакою для спондилістезу. Згідно з результатами дослідження, проведеного S. C. Wagner і співавт. [29], поступове зменшення *m. psoas* супроводжується погіршенням клінічного перебігу спондилістезу.

Найбільшу кількість жирової тканини ми зафіксували у *m. multifidus* і *m. erector spinae* (рис. 2) у хворих на стеноз хребтового каналу (M–W U = 206, p = 0,04).

Вміст власне м'язової тканини в паравертебральних м'язах поперекового відділу хребта

Вміст власне м'язової тканини в паравертебральних м'язах дорівнював: у групі пацієнтів із нестабільністю — (53,94 ± 3,64) %, грижами міжхребцевих дисків становив (54,11 ± 2,81) %, спондилістезом — (48,86 ± 3,10) %, стенозом хребтового каналу — (48,48 ± 3,59) %, контрольною групою — (66,37 ± 4,6) % (M–W p > 0,01667). Тобто значуще зменшення м'язової тканини в паравертебральних м'язах серед досліджуваних пацієнтів встановлено у хворих на спондилістез (M–W U = 95, Z = -2,51082; p = 0,01) і стеноз (M–W U = 39; p = 0,007) порівняно з контрольною групою (рис. 3). Найвираженіші зміни, так само як і у випадку вивчення жирової тканини, визначено в *m. erector spine* і *m. multifidus*.

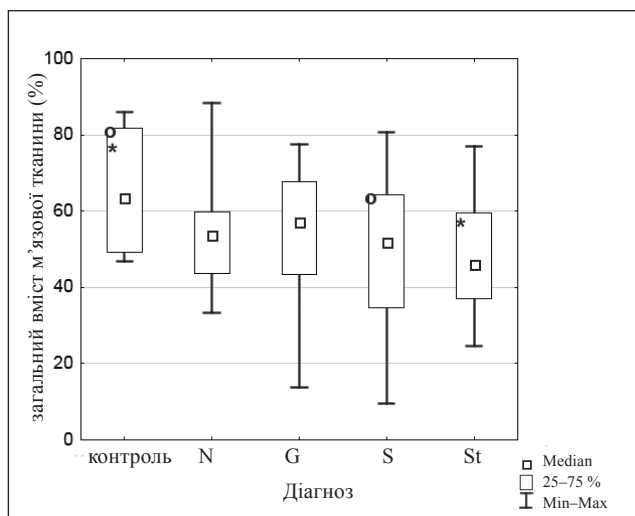


Рис. 3. Діаграма вмісту власне м'язової тканини в пацієнтів різних груп

При цьому зменшення кількості м'язової тканини відмічено у всіх м'язах: *m. quadratus lumborum* (M–W U = 40, p = 0,008); *m. erector spinae* (M–W U = 29, p = 0,002); *m. multifidus* (M–W U = 54, p = 0,04); *m. psoas* (M–W U = 53, p = 0,04).

Менший вміст м'язової тканини в *m. multifidus* порівняно з контрольною групою встановлено в пацієнтів із грижею міжхребцевого диска, але лише на її рівні. Це ми пояснюємо вторинною гіпотрофією внаслідок денервації м'язів і компресійно-корінцевих синдромів. Отримані результати збігаються з даними інших дослідників [22–24].

Вміст сполучної тканини в паравертебральних м'язах поперекового відділу хребта

За вмістом сполучної тканини, за умов порівняння «всіх з усіма», групи пацієнтів із нестабільністю хребтового рухового сегмента, грижами міжхребцевих дисків, спондилістезом і стенозом хребтового каналу не розрізнялися ані між собою, ані з контролем (26,34 ± 3,66) % (Kruskal-Wallis H (2,86) = 1,461; p = 0,48). Значущо більший її вміст виявлено на рівні нестабільності хребтового рухового сегмента в *m. erector spine* (30,34 ± 2,88) % (рис. 4).

У результаті парних порівнянь у хворих із нестабільністю хребтового рухового сегмента встановлено значуще (M–W U = 45, p = 0,04) збільшення складу сполучної тканини у всіх паравертебральних м'язах порівняно з умовно здоровими добровольцями (рис. 5).

Значне накопичення сполучної тканини в паравертебральних м'язах зазвичай можна бачити під час хірургічних втручань із приводу нестабільності.

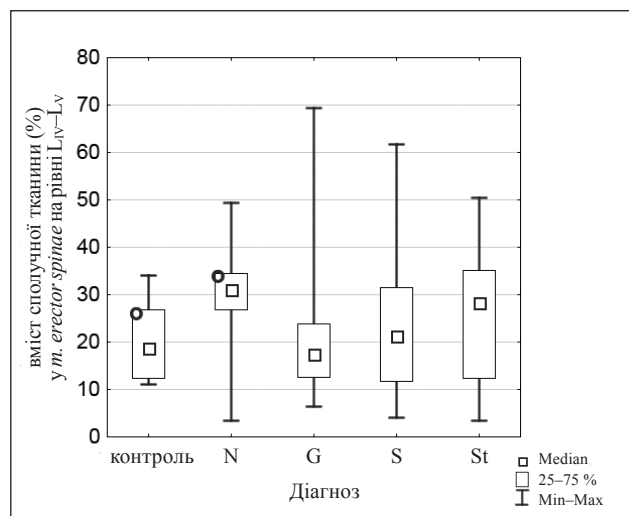


Рис. 4. Діаграма вмісту сполучної тканини в пацієнтів різних груп

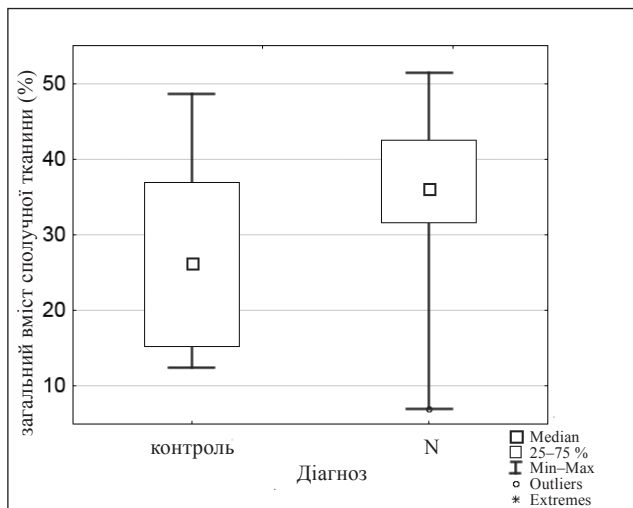


Рис. 5. Діаграма вмісту сполучної тканини в пацієнтів із нестабільністю хребтового рухового сегмента та контрольної групи

Паравертебральні м'язи відіграють певну роль у розвитку дегенеративних захворювань хребта, проте саме вони мають значний реабілітаційний ресурс, який забезпечує успіх як консервативного фізіофункціонального, так і хірургічного лікування. Розширення знань відносно змін паравертебральних м'язів необхідні для розуміння прогнозування перебігу, розроблення стратегій профілактики та лікування хворих із дегенеративними захворюваннями хребта.

Висновки

Виявлено, що основною відмінністю між пацієнтами з дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта та умовно здоровими особами є більший у хворих склад жирової тканини у всіх паравертебральних м'язах, але в першу чергу в *m. erector spinae* і *m. multifidus*. У пацієнтів зі спондилолітезом, крім максимально виражених подібних змін *m. multifidus* і *m. erector spinae*, встановлено підвищену кількість жирової тканини в *m. psoas*.

Дегенеративні зміни у паравертебральних м'язах прямо корелюють із порушеннями в інших структурах хребта і прогресують залежно від діагнозу в порядку «нестабільність – грижі міжхребцевих дисків – спондилолітез – стеноз». Відповідно, найбільш виражені та поширені зміни в паравертебральних м'язах порівняно зі здоровими волонтерами визначено в пацієнтів зі стенозом хребтового каналу.

Вміст м'язової тканини у всіх паравертебральних м'язах виявився меншим у групах хворих на спондилолітез і стеноз порівняно з контрольною.

Підвищений вміст сполучної тканини у паравертебральних м'язах визначено в групі з нестабільністю хребтового рухового сегмента. На нашу думку, це пояснюється локальним фіброзом тканин унаслідок збільшеної рухомості на рівні нестабільності.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Computed tomography of the human skeletal muscular system / J. A. Bulcke, J. L. Termote, Y. Palmers, D. Crolla // *Neuroradiology*. — 1979. — Vol. 17 (3). — P. 127–136.
2. Haggmark T. Cross-sectional area of the thigh muscle in man measured by computed tomography / T. Haggmark, E. Jansson, B. Svane // *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. — 1978. — Vol. 38 (4). — P. 355–360.
3. Maughan R. J. Muscle strength and cross-sectional area in man: a comparison of strength-trained and untrained subjects / R. J. Maughan, J. S. Watson, J. Weir // *The British Journal of Sports Medicine*. — 1984. — Vol. 18 (3). — P. 149–157.
4. Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients / T. G. Mayer, H. Vanharanta, R. J. Gatchel [et al.] // *Spine*. — 1989. — Vol. 14 (1). — P. 33–36.
5. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subject / L. A. Danneels, G. G. Vanderstraeten, D. C. Cambier [et al.] // *European Spine Journal*. — 2000. — Vol. 9 (4). — P. 266–272.
6. Reliability of computed tomography measurements of paraspinal muscle cross-sectional area and density in patients with chronic low back pain / A. Keller, R. Gunderson, O. Reikeras, J. I. Brox // *Spine*. — 2003. — Vol. 28 (13). — P. 1455–1460. — DOI: 10.1097/01.BRS.0000067094.55003.AD.
7. Kalichman L. The association between imaging parameters of the paraspinal muscles, spinal degeneration, and low back pain / L. Kalichman, E. Carmeli, E. Been // *Biomed Res Int*. — 2017. — Vol. 2017. — Article ID : 2562957. — DOI: 10.1155/2017/2562957.
8. Changes in paraspinal muscles and their association with low back pain and spinal degeneration: CT study / L. Kalichman, P. Hodges, L. Li [et al.] // *European Spine Journal*. — 2010. — Vol. 19 (7). — P. 1136–1144. — DOI: 10.1007/s00586-009-1257-5.
9. Laasonen E. M. Atrophy of sacrospinal muscle groups in patients with chronic, diffusely radiating lumbar back pain / E. M. Laasonen // *Neuroradiology*. — 1984. — Vol. 26 (1). — P. 9–13. — DOI: 10.1007/BF00328195.
10. Оцінювання паравертебральних м'язових тканин за допомогою комп'ютерної томографії / А. Г. Скіданов, О. Г. Аврунін, М. Ю. Тимкович [та ін.] // *Ортопедія, травматологія і протезування*. — 2015. — № 3 (600). — С. 61–65. — DOI: 10.15674/0030-59872015361-64.
11. Пат. 111269 UA, МПК А61В 6/03 (2006.01), G06Т 7/40 (2006.01), G06F 15/18 (2006.01). Спосіб визначення структури паравертебральних м'язів за допомогою комп'ютерної томографії / О. Г. Аврунін, А. Г. Скіданов, В. О. Радченко [та ін.]; заявник і патентовласник Харківський національний університет радіоелектроніки. — № а201410285; заявл. 19.09.2014; опубл. 11.04.2016; Бюл. № 7.
12. Indices of paraspinal muscles degeneration: reliability and association with facet joint osteoarthritis: feasibility study / L. Kalichman, A. Klindukhov, L. Li, L. Linov // *Journal of Spinal Disorders and Techniques*. — 2016. — Vol. 29 (9). — P. 465–470. — DOI: 10.1097/bsd.0b013e31828be943.
13. The origin of intermuscular adipose tissue and its pathophysiological implications / R. Vettor, G. Milan, C. Franzin

- [et al.] // American Journal of Physiology–Endocrinology and Metabolism. — 2009. — Vol. 297 (5). — P. E987–E998. — DOI: 10.1152/ajpendo.00229.2009.
14. New predictive index for lumbar paraspinal muscle degeneration associated with aging / K. Takayama, T. Kita, H. Nakamura [et al.] // Spine. — 2016. — Vol. 41 (2). — P. E84–E90. — DOI: 10.1097/BRS.0000000000001154.
 15. Methodological considerations in region of interest definitions for paraspinal muscles in axial MRIs of the lumbar spine / D. B. Berry, J. Padwal, S. Johnson [et al.] // BMC Musculoskeletal Disorders. — 2018. — Vol. 19 (1). — Article ID : 135. — DOI: 10.1186/s12891-018-2059-x.
 16. Low-field magnetic resonance imaging of the lumbar spine: reliability of qualitative evaluation of disc and muscle parameters / J. Solgaard Sorensen, P. Kjaer, S. T. Jensen, P. Andersen // Acta Radiologica. — 2006. — Vol. 47 (9). — P. 947–953. — DOI: 10.1080/02841850600965062.
 17. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? / P. Kjaer, T. Bendix, J. S. Sorensen [et al.] // BMC Medicine. — 2007. — Vol. 5. — Article 2. — DOI: 10.1186/1741-7015-5-2.
 18. Відносний вміст різних тканин у паравертебральних м'язах поперекового відділу хребта за умов дегенеративних захворювань та у здорових залежно від віку / В. О. Радченко, А. Г. Скіданов, Д. В. Морозенко [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2017. — № 1 (606). — С. 80–86. — DOI: 10.15674/0030-59872017180-86.
 19. Contribution of lumbar spine pathology and age to paraspinal muscle size and fatty infiltration / B. Shahidi, C. L. Parra, D. B. Berry [et al.] // Spine. — 2017. — Vol. 42 (8). — P. 616–623. — DOI: 10.1097/BRS.0000000000001848.
 20. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan / D. Goutallier, J.-M. Postel, J. Bernageau [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. — 1994. — № 304. — P. 78–83.
 21. Diagnosis, treatment, and complications of adult lumbar disk herniation: evidence-based data for the healthcare professional / E. Klineberg, A. Ching, G. Mundis [et al.] // Instructional Course Lectures. — 2015. — Vol. 64. — P. 405–416.
 22. Yanik B. Fatty degeneration of multifidus muscle in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with chemical shift magnetic resonance imaging / B. Yanik, B. Keyik, I. Conkbayir // Skeletal Radiology. — 2013. — Vol. 42 (6). — P. 771–778. — DOI: 10.1007/s00256-012-1545-8.
 23. Kim W. H. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in unilateral sciatica caused by lumbar disc herniation / W. H. Kim, S.-H. Lee, D. Y. Lee // Journal of Korean Neurosurgical Society. — 2011. — Vol. 50 (3). — P. 201–204. — DOI: 10.3340/jkns.2011.50.3.201.
 24. Dynamic changes of elasticity, cross-sectional area, and fat infiltration of multifidus at different postures in men with chronic low back pain / S.-T. Chan, P.-K. Fung, N.-Y. Ng [et al.] // Spine Journal. — 2012. — Vol. 12 (5). — P. 381–388. — DOI: 10.1016/j.spinee.2011.12.004.
 25. Substantial asymmetry in paraspinal muscle cross-sectional area in healthy adults questions its value as a marker of low back pain and pathology / R. Niemelainen, M.-M. Briand, M. C. Battie // Spine. — 2011. — Vol. 36 (25). — P. 2152–2157. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e318204b05a.
 26. Quantitative MRI and X-ray analysis of disc degeneration and paraspinal muscle changes in degenerative spondylolisthesis / G. Wang, S. B. Karki, S. Xu [et al.] // Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. — 2015. — Vol. 28 (2). — P. 277–285.
 27. Корж Н. А. Патогенетическая классификация дегенеративных заболеваний позвоночника / Н. А. Корж, А. И. Продан, А. Е. Барыш // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2004. — № 3. — С. 5–13.
 28. Manually defining regions of interest when quantifying paravertebral muscles fatty infiltration from axial magnetic resonance imaging: a proposed method for the lumbar spine with anatomical cross-reference / R. J. Crawford, J. Cornwall, R. Abbott, J. M. Elliott // BMC Musculoskeletal Disord. — 2017. — Vol. 18 (1). — Article ID : 25. — DOI:10.1186/s12891-016-1378-z
 29. Severe lumbar disability is associated with decreased psoas cross-sectional area in degenerative spondylolisthesis / S. C. Wagner, A. S. Sebastian, J. C. McKenzie [et al.] // Global Spine Journal. — 2018. — DOI: 10.1177/2192568218765399/

Стаття надійшла до редакції 10.08.2018

CHANGES IN THE PARAVERTEBRAL MUSCLES IN PATIENTS WITH DEGENERATIVE DISEASES OF THE LUMBAR SPINE

V. O. Radchenko, A. G. Skidanov

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Volodymyr Radchenko, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: volod56@ukr.net

✉ Artem Skidanov, PhD in Traumatology and Orthopaedics: skidanov_artem@ukr.net