

УДК 616.741-073.763.5-089.15:617.547-003.8](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872018414-23>

Прогнозування результатів хірургічного лікування пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта залежно від стану паравертебральних м'язів

А. Г. Скіданов

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

It is proved that the paravertebral muscles play an important role in the recovery of patients with degenerative diseases of the lumbar spine after treatment. Objective: to create an algorithm for predicting the results of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbar spine based on an assessment of the state of the paravertebral muscles before surgery. Methods: 74 patients were examined. They had surgeries because of instability of moving vertebral segments (15 patients), hernias of intervertebral disks (25), spondylolisthesis (15), spinal canal stenosis (19). Pain syndrome was assessed using VAS, quality of life was assessed with Oswestry index. Patients underwent transpedicular fixation on one or two levels L_{III}, L_{IV}, L_V, S_I. A CT examination was made and the content of adipose, muscular and connective tissues in the paravertebral muscles of lumbar spine was determined using an original high accuracy computer software. Results: before the treatment 13 (17.6 %) patients had serious disabilities, 30 (40.5 %) were disabled, and 31 (41.9 %) were clinging to the bed. Minor disabilities were observed in 24 patients (32.4 %), moderate — in 37 patients (50.0 %), serious and incapacitating ones remained in 13 patients (17.6 %) after the surgery. The importance of the signs for predicting treatment outcomes was evaluated with a 100-point scale. The most significant of these is the total fat content in the paravertebral muscles and connective tissue in m. erector spinae. It is followed by the content of muscle tissue in m. quadratus lumborum and connective tissue in m. multifidus. Conclusions: the correlation between the results of the surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbar spine and the state of the paravertebral muscles has been proved. The main influencing factor is the content of adipose tissue in muscles: the higher it is, the worse is the result. The accuracy of the proposed algorithm is 89.19 %. Key words: degenerative diseases, lumbar spine, paravertebral muscles, prediction of the results of surgical treatment.

Паравертебральные мышцы играют важную роль в выздоровлении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника (ПОП) после лечения. Цель: создать алгоритм прогнозирования результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями ПОП на основе оценки состояния паравертебральных мышц. Методы: обследованы 74 пациента, болевой синдром оценивали с помощью ВАШ, качество жизни — индекса Oswestry. Больным выполнена транспедикулярная фиксация на одном или двух уровнях — L_{III}, L_{IV}, L_V, S_I. Проведено КТ-обследование и определено содержание жировой, мышечной и соединительной тканей в паравертебральных мышцах ПОП с помощью оригинальной компьютерной программы. Результаты: до лечения у 13 (17,6 %) человек были серьезные нарушения дееспособности, у 30 (40,5 %) — инвалидизирующие, у 31 (41,9 %) — приковывающие к постели. После операции минимальные нарушения дееспособности наблюдали у 24 пациентов (32,4 %), умеренные — у 37 (50,0 %), серьезные и инвалидизирующие остались у 13 (17,6 %). Важность показателей, использованных в алгоритме прогнозирования результатов лечения, оценена по 100-балльной шкале. Наиболее значимым из них является общее содержание жира в паравертебральных мышцах и соединительной ткани в т. erector spinae. За ними следует содержание мышечной ткани в т. quadratus lumborum и соединительной в т. multifidus. Выводы: доказана зависимость между результатами хирургического лечения больных с дегенеративными поражениями ПОП и состоянием паравертебральных мышц. Основным фактором влияния является содержание в них жировой ткани. Точность предложенного алгоритма составляет 89,19 %. Ключевые слова: дегенеративные заболевания позвоночника, поясничный отдел, паравертебральные мышцы, прогнозирование результатов хирургического лечения.

Ключові слова: дегенеративні захворювання хребта, поперековий відділ, паравертебральні м'язи, прогнозування результатів хірургічного лікування

Вступ

У науковій літературі збільшується кількість повідомлень про вплив паравертебральних м'язів на результати консервативного та хірургічного лікування пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта. Спінальні хірурги відзначають, що у двох пацієнтів з однаковими передопераційними характеристиками (стадією патологічного процесу, віком, супутніми захворюваннями тощо) часто одержують різні результати хірургічного лікування, у чому певну роль відіграють паравертебральні м'язи [1, 2].

Фахівці звертають увагу на важливість у прогнозуванні розвитку поперекового болю в пацієнтів із дегенеративними захворюваннями хребта таких якостей паравертебральних м'язів, як жирова інфільтрація та площа поперечного перерізу [3, 4]. Існують дослідження, які висвітлюють роль паравертебральних м'язів у прогнозуванні одужання за умов поперекового болю [5–8].

S.-T. Chan і співавт. [9] обстежили за допомогою ультразвукових методів хворих на стеноз поперекового відділу хребтового каналу та встановили, що в осіб зі збільшеною кількістю жирової тканини в багатороздільному м'язі його функціональні показники значно гірші. При цьому підвищена жирова інфільтрація була більш репрезентативною відносно нервових розладів, ніж ступінь звуження хребтового каналу. На цій підставі L. Kalichman і співавт. [10] припустили, що жирова інфільтрація *m. multifidus* може бути використана як більш значимий прогностичний фактор функціональних порушень у разі стенозу хребтового каналу, ніж ступінь його звуження. Крім того, доведено, що зменшення площі поперечного перерізу багатороздільного м'яза має прогностичне значення для результатів ефективності хірургічного лікування пацієнтів зі стенозом поперекового відділу хребтового каналу [14].

На підставі аналізу МРТ-зображень визначено, що зменшення площі поперечного перерізу *m. psoas* супроводжується погіршенням клінічного перебігу спондилолізу [11] і результатів хірургічного лікування [1].

Виявлено роботи, спрямовані на прогнозування розвитку поперекового болю на підставі дослідження стану паравертебральних м'язів за допомогою електроміографії [12, 13]. Зокрема, J. M. Stevenson і співавт. [12] обстежили працівників робітничих професій і встановили прогностичну цінність деяких електроміографічних ознак. A. Neudagi і співавт. [13] проаналізували показники електроміографії та визначили їхню

прогностичну цінність щодо розвитку поперекового болю.

Доведено важливу роль паравертебральних м'язів у формуванні заднього спондилодезу, який відбувається завдяки судинам, що проростають із прилеглих м'язів. Вони забезпечують зону зрощення кісток киснем, факторами росту, створюють умови для міграції клітин [15–17]. За наявності чинників, які перешкоджають проростанню судин із м'язів у зону зрощення, спондилодез не формується [18–20].

Основний вплив на кровообіг у венах скелета має скорочення скелетних м'язів, які немов вичавлюють кров із відповідних вен, відгравуючи роль своєрідного насоса. Оскільки у венах є кишеньковоподібні клапани, кров тече лише в напрямку до серця. Якщо скелетні м'язи не скорочуються, у венах накопичується велика кількість крові [21], призводячи до варикозного розширення, що нерідко можна бачити у хребтовому каналі під час хірургічних втручань. За умов розвитку запалення в структурах хребта зменшення венозного відтоку спричинює порушення дренажу ділянки запалення та накопичення бідної киснем крові, насиченої шкідливими продуктами обміну та чинниками запалення, які суттєво перешкоджають процесу відновлення. Тобто м'язи містять основний реабілітаційний ресурс організму, що забезпечує одужання.

У світі значну увагу приділено економічній складовій лікування, у зв'язку з цим важливо визначити пацієнтів, які знаходяться в групі з великим ризиком тяжкого перебігу післяопераційного періоду, що вимагатиме використання більшої кількості реабілітаційних заходів [1–3].

Мета роботи: створити алгоритм прогнозування результатів хірургічного лікування пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта на підставі оцінювання стану паравертебральних м'язів у передопераційному періоді.

Матеріал і методи

Виконання роботи схвалено комітетом із біоетики при ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН» (протокол № 147 від 14.09.2015).

Клінічне дослідження

Обстежено 74 пацієнти (31 чоловік і 43 жінки), яких прооперували в клініці вертебології з приводу дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта. Усіх хворих розділили на чотири групи (N, G, S і St) з урахуванням ознак захворювання, які визначають клінічну картину,

на підставі класифікації, розробленої в ДУ «ІХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» [24]. Групу N склали 15 (20,27 %) осіб із нестабільністю хребтових рухових сегментів, G — 25 пацієнтів (33,78 %) із встановленим діагнозом грижі міжхребцевого диска. У групі S було 15 (20,27 %) пацієнтів зі спондилолістезом, St — 19 (25,68 %) зі стенозом хребтового каналу.

Операції хворим проведено відповідно до загальноприйнятих принципів і без хірургічних технічних помилок. Усім пацієнтам виконано транспедикулярну фіксацію на одному або двох рівнях — L_{III} , L_{IV} , L_V , S_1 . Хворих із одно- або дворівневою фіксацією рівномірно розподілено в кожній групі окремо та між ними. Під час операції проводили аутокісткову пластику: резектували задні відділи дуговідросткових суглобів і виконували декортикацію дуг, тканини суглобових відростків залишали в рані.

Під час клінічного обстеження встановлювали початок і причину захворювання, його перебіг, розвиток, загальну тривалість. Конкретизували скарги: локалізацію й інтенсивність болю, яку оцінювали за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) від 1 до 10 балів. Оцінювання тяжкості дисабілітації до і через рік після хірургічного лікування виконували за шкалою Oswestry від 0 до 100 % [25]. У разі значень J_{OSW} від 0 до 20 % порушення працездатності класифікували як мінімальні, ступінь тяжкості I; від 20 до 40 % — помірні, II; від 40 до 60 % — серйозні, III; від 60 до 80 % — інвалідизуючі, IV; від 80 до 100 % — як такі, що приковують до ліжка, або як перебільшення симптомів — ступінь тяжкості V. Для спрощення аналізу результатів хірургічного лікування розділили пацієнтів на три групи, для цього об'єднали деякі ступені тяжкості: I розглядали як найкращий результат; II — задовільний; III, IV і V — незадовільний.

Виявляли об'єктивні симптоми і синдроми. Ураховували зміни обсягу рухів у поперековому відділі хребта, напруження м'язів, деформації хребта, симптом Ласега.

Комп'ютерно-томографічне обстеження проводили на спіральному комп'ютерному томографі SOMATOM Emotion (виробництво «Siemens», Німеччина) з покровою комп'ютерною томографією (КТ) (130 kV, 225 mAs), товщиною зрізу 3 мм, крок 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_1 .

Вміст жирової, м'язової та сполучної тканин у паравертебральних м'язах визначали за допомогою оригінальної комп'ютерної програми з точністю 87,85 % [6, 7] на підставі визначення рентгенощільності тканин в одиницях Хаунсфілда (HU) на аксіальних КТ-зрізах. Для виділення потрібних регіонів використано метод визначення видимих меж м'язів, які не включають жир, що міститься між м'язом та фасцією [8, 29].

Статистичний аналіз

Описові статистики досліджуваних показників наведені в роботі у вигляді $M \pm m$, де M — середнє значення, а m — стандартна похибка середнього, а також у вигляді $Me [LQ ; UQ]$, де Me — медіана, LQ — нижній кuartиль, UQ — верхній кuartиль.

Оцінювання значущості розбіжностей у значеннях індексу дисабілітації Oswestry до і після хірургічного лікування проводили на підставі критерію Уїлкоксона (Wilcoxon Z) залежних вимірювань. Значущість різниці під час порівняння більше двох незалежних вибірок (віку пацієнтів, тривалості захворювання й останнього загострення, значень вмісту тканин у м'язах і площі їхнього поперечного розрізу залежно від діагнозу чи тяжкості стану після хірургічного лікування) визначали за критерієм Краскала-Уолліса (K-W H). Попарні порівняння виконували за допомогою критерію Манна-Уїтні (M-W U, Z) із поправкою Бонферроні на множинність. Обчислення зазначених критеріїв здійснювали за довірчої ймовірності 95 %.

Для побудови моделі прогнозування результату хірургічного лікування залежно від передопераційного стану м'язів використано метод «Дерев рішень». Він застосований для класифікації пацієнтів на три групи, що відповідають ступеню порушень дієздатності, на основі алгоритму повного перебору CART із правилом відсікання найскладніших дерев за методом FACT із часткою некласифікованих спостережень не менше ніж 5 %. Якість класифікації оцінювали з використанням міри Джині; апіорні ймовірності належності пацієнтів до класів — за навчальною вибіркою; ціну похибки класифікації встановлено рівною для всіх розглянутих груп.

Статистичний аналіз проведений у програмі Statsoft Statistica, v. 13.0 (TIBCO Software Inc., USA).

Результати та їх обговорення

Клінічне оцінювання пацієнтів

Пацієнтів, яких включено в дослідження, поєднували два чинники: по-перше, тяжкість перебігу захворювання мала доволі виражений характер — від серйозних розладів до таких, що приковують до ліжка, що обумовило необхідність госпіталізації в стаціонар для хірургічного лікування; по-друге, в усіх були ознаки залучення до патологічного процесу нервових корінців. Головною відмінністю є провідні патологічні фактори, які спричинювали клінічні розлади.

Середній вік хворих, які увійшли до дослідження становив $(52,08 \pm 1,52)$ року, пацієнтів зі стенозом хребтового каналу — $(58,32 \pm 2,16)$ року,

спондилостезом — $(59,00 \pm 2,59)$, грижею міжхребцевого диска — $(45,80 \pm 2,63)$, нестабільністю хребтових рухових сегментів — $(48,87 \pm 3,66)$.

Загальна тривалість захворювання до операції в середньому склала $(7,09 \pm 1,07)$ років, а останнього загострення — $(2,39 \pm 0,39)$ міс.

Індекс Oswestry до хірургічного лікування дорівнював у середньому $(73,35 \pm 1,84)$ %, тобто більшість пацієнтів мали інвалідизуючі клінічні розлади. Після операції індекс Oswestry в середньому становив $(29,12 \pm 1,82)$ %, що відповідає помірним порушенням дієздатності та є достовірно меншим порівняно з показником до хірургічного лікування (Wilcoxon $Z = 7,475$; $p < 0,05$).

В обраних хворих до хірургічного лікування в 13 (17,6 %) — серйозні порушення дієздатності, у 30 (40,5 %) — інвалідизуючі, у 31 (41,9 %) — приковуючі до ліжка. Після лікування мінімальні порушення дієздатності спостерігали у 24 пацієнтів (32,4 %), помірні — у 37 (50,0 %), у 13 (17,6 %) залишилися серйозні та інвалідизуючі.

Більшість результатів операцій, виконаних у клініці вертебрології Інституту, оцінено як найкращі та задовільні, тому для відбору необхідної групи з незадовільними результатами довелося провести пошук протягом тривалішого часу. Ця група представляє особливий інтерес. До неї включено 13 осіб (5 чоловіків і 8 жінок)

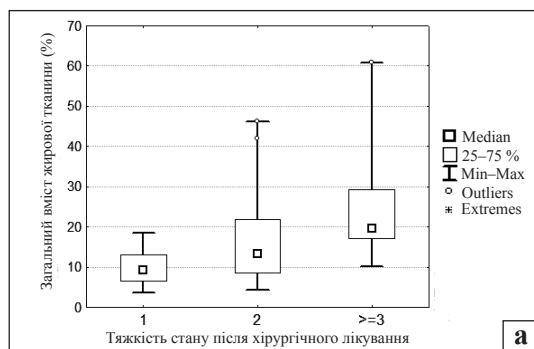


Рис. 1. Діаграма результатів хірургічного лікування залежно від вмісту в паравертебральних м'язах жирової тканини

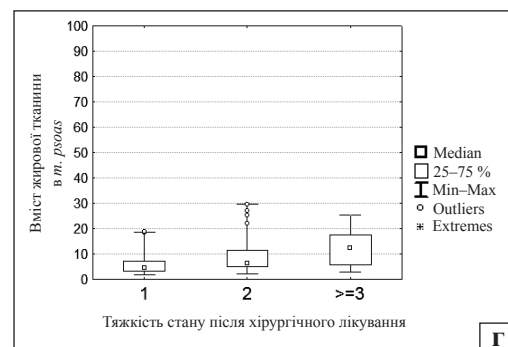
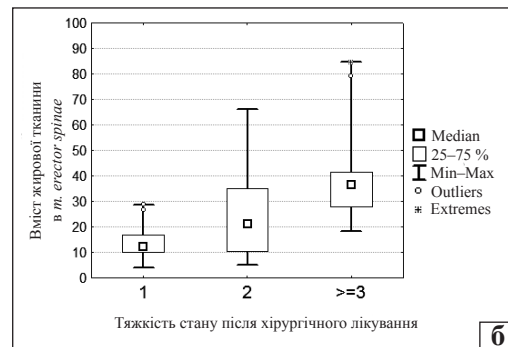


Рис. 2. Діаграми тяжкості клінічного стану хворих після хірургічного лікування залежно від вмісту жирової тканини в поперекових м'язах до хірургічного лікування: багатороздільному (а), випрямлячі хребта (б), квадратному попереку (в), поперековому (г)

віком ($53,54 \pm 2,54$) року, тобто старших за 48 років. Діагноз стеноз поперекового відділу хребтового каналу встановлено у 8 осіб (61,54 %), грижа міжхребцевого диска — в 3 (23,08 %), спондилолітез — у 2 (15,38 %). У пацієнтів цієї групи хірургічне лікування привело до покращення стану: виявлено значущість змін індексу дисабілітації Oswestry (Wilcoxon $Z = 3,179797$, $p < 0,05$), проте після операції їхній стан залишився важким. У двох осіб ступінь порушень дієздатності після лікування не змінився.

До хірургічного лікування серйозні порушення (ступінь тяжкості III) виявлено в 1 пацієнта цієї групи; порушення, які призводять до інвалідності (IV), — у 4; розлади, що приковують до ліжка (V) — у 8. Після лікування порушення дієздатності в 9 хворих кваліфіковано як серйозні (ступінь III), у 4 — інвалідизуючі (IV).

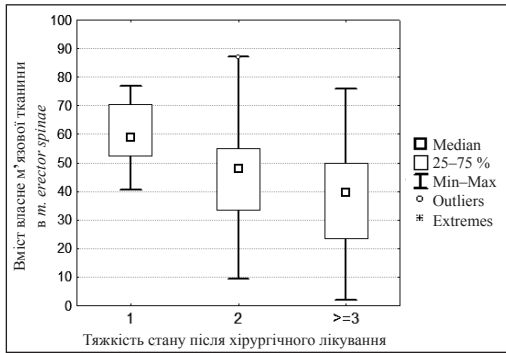


Рис. 3. Діаграма. Вміст м'язової тканини у випрямлячі хребта до хірургічного лікування в групах із різними результатами операції

Результати оцінювання стану паравертебральних м'язів пацієнтів

На підставі вивчення КТ-зображень проведено ретроспективний аналіз складу паравертебральних м'язів хворих до операції. Встановлено, що група з незадовільними результатами хірургічного лікування відрізнялася від інших пацієнтів, насамперед, значуще більшим вмістом жирової тканини (K-W $H(2, 74) = 18,5176$; $p < 0,05$; рис. 1).

Значуще більший вміст жирової тканини визначено загалом і для кожного м'яза окремо (рис. 2, табл. 1). Також визначали значно менший вміст власне м'язової тканини у випрямлячі хребта (*m. erector spinae*) у групі хворих із незадовільними результатами хірургічного лікування порівняно з групою із найкращими (M-W $U = 54$, $Z = 3,25$; $p < 0,05$; табл. 1, рис. 3).

Для побудови моделі прогнозування результатів хірургічного лікування використовували показники передопераційного обстеження пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта, які отримували на підставі даних КТ-досліджень за допомогою оригінальної програми [27].

Важливість показників, які використано в розробленій моделі, оцінено за 100-бальною шкалою і наведено в табл. 2. Як бачимо, найважливішими для прогнозування результатів ефективності хірургічного лікування є загальний вміст жиру в паравертебральних м'язах і сполучної тканини в *m. erector spinae*. Наступні показники вмісту

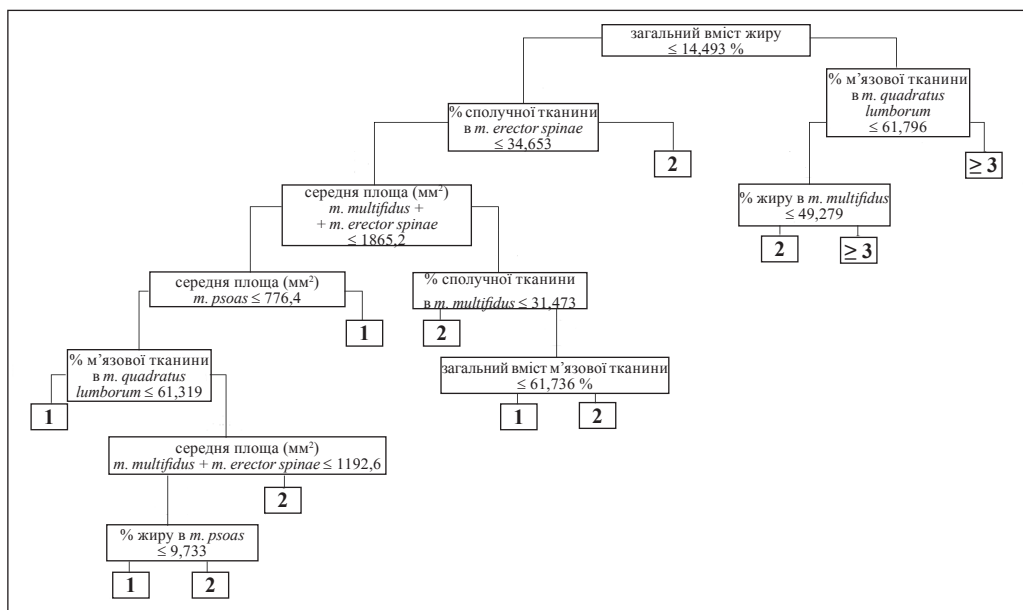


Рис. 4. Алгоритм прогнозування результатів хірургічного лікування пацієнтів із дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта залежно від стану паравертебральних м'язів

м'язової тканини в *m. quadratus lumborum*, а також сполучної в *m. multifidus*.

За допомогою статистичного методу «Дерев рішень» розроблено модель (алгоритм класифікації), яка дозволяє прогностично розділити пацієнтів на три групи за результатами хірургічного лікування (рис. 4): перша — з найкращими (очікуваний після операції ступінь тяжкості I за Oswestry), друга — із задовільними (очікуваний ступінь тяжкості II за Oswestry), третя — із незадовільними (очікуваний ступінь тяжкості III або IV за Oswestry).

У результаті аналізу створеного алгоритму можна зробити висновок, що основним показ-

ником паравертебральних м'язів, який визначає незадовільний результат хірургічного лікування, є загальний вміст жиру в них понад 14,5 %. За умов меншого вмісту жиру у хворих спостерігають мінімальні або помірні порушення дієздатності після операції.

Використовуючи запропонований алгоритм, до групи з найкращими результатами хірургічного лікування віднесено 23 пацієнти і для 22 (95,65 %) він дійсно підтвердився. До групи зі задовільними результатами оперативного втручання загалом віднесено 38 осіб, вірним прогноз виявився для 34 (89,47 %); із незадовільними — 13 осіб, із яких правильно здійснено прогноз для 10 (76,92 %).

Таблиця 1

Передопераційні показники відсоткового вмісту тканин у паравертебральних м'язах пацієнтів із незадовільними результатами хірургічного лікування

М'яз	Тканина	$M \pm m$	Me [LQ; UQ]
<i>m. quadratus lumborum</i>	М'язова	53,19 ± 5,89	61,97 [47,30; 66,83]
	Сполучна	24,75 ± 3,18	26,11 [17,50; 32,93]
	Жирова ¹	21,96 ± 4,54	16,29 [13,25; 18,77]
<i>m. erector spinae</i>	М'язова	38,98 ± 5,73	39,57 [23,41; 49,77]
	Сполучна	21,29 ± 2,96	20,26 [13,23; 29,18]
	Жирова ^{1,2}	39,70 ± 5,60	36,42 [27,89; 41,60]
<i>m. multifidus</i>	М'язова	44,41 ± 6,01	47,47 [27,83; 59,29]
	Сполучна	27,74 ± 2,82	28,06 [18,62; 36,99]
	Жирова ¹	27,68 ± 6,07	18,17 [13,33; 37,81]
<i>m. psoas</i>	М'язова	53,87 ± 5,14	56,17 [43,86; 68,07]
	Сполучна	32,18 ± 4,94	26,77 [22,04; 50,04]
	Жирова ¹	12,80 ± 1,92	12,29 [5,85; 17,71]
Загальний	М'язова	47,62 ± 5,32	48,53 [38,17; 61,59]
	Сполучна	26,49 ± 3,23	25,03 [19,44; 34,37]
	Жирова ^{1,2}	25,54 ± 3,89	19,50 [17,09; 29,18]

Примітки: 1 — значуща відмінність групи з незадовільними результатами від групи з найкращими результатами хірургічного лікування; 2 — значуща відмінність групи з незадовільними результатами від групи з помірними порушеннями дієздатності після хірургічного лікування.

Таблиця 2

Рівні важливості показників для прогнозування результатів хірургічного лікування

Показник	Важливість (бали) ознаки для прогнозування результату лікування
Загальний вміст жирової тканини	100
Вміст сполучної тканини в <i>m. erector spinae</i>	98
Вміст м'язової тканини в <i>m. quadratus lumborum</i>	92
Загальний вміст м'язової тканини	92
Вміст сполучної тканини в <i>m. multifidus</i>	91
Площа поперечного перерізу <i>m. psoas</i>	79
Вміст жирової тканини в <i>m. multifidus</i>	79
Площа поперечного перерізу <i>m. erector spinae</i> та <i>m. multifidus</i>	75
Вміст жирової тканини в <i>m. psoas</i>	75

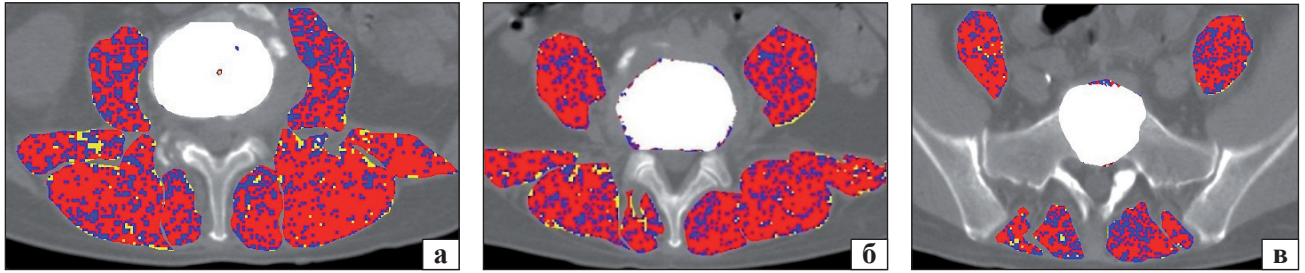


Рис. 5. Аксиальні КТ-зрізи паравертебральних м'язів на рівні L_{III}-L_{IV} (а), L_{IV}-L_V (б), L_V-S_I (в), пацієнт Б., 48 років

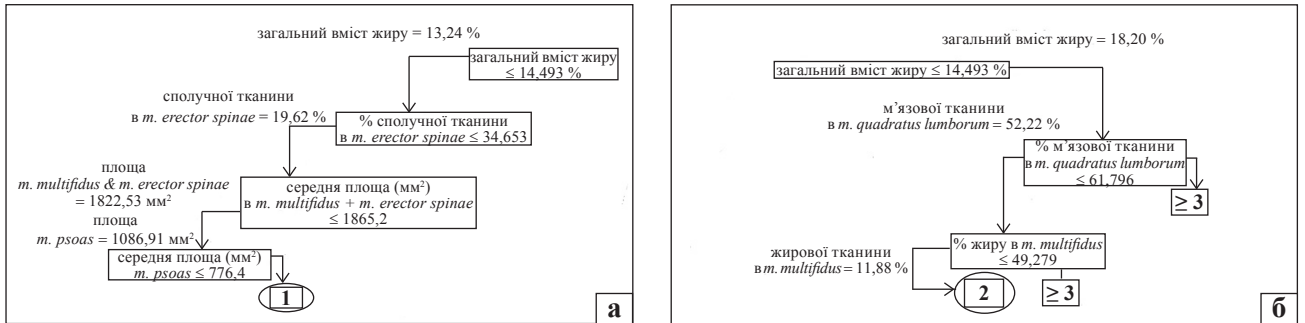


Рис. 6. Прогнозування результату хірургічного лікування відповідно до розробленого алгоритму: а) пацієнт Б., 48 років; б) хвора Р., 32 роки

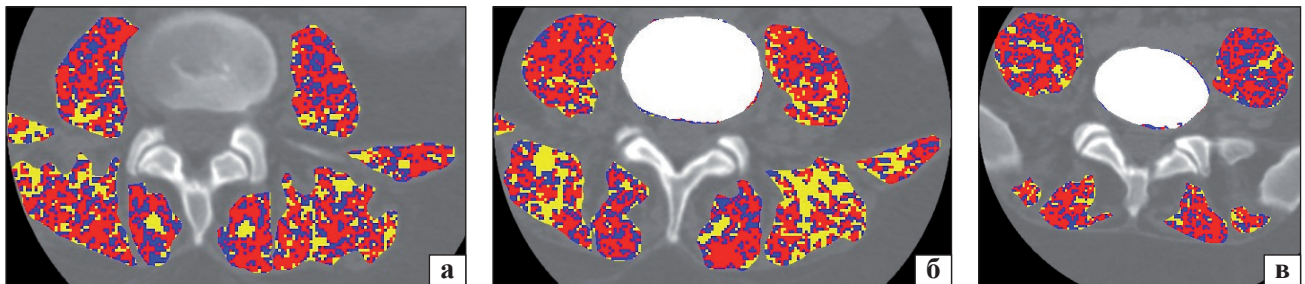


Рис. 7. Аксиальні КТ-зрізи паравертебральних м'язів на рівні L_{III}-L_{IV} (а), L_{IV}-L_V (б), L_V-S_I (в), пацієнтка Р., 32 роки

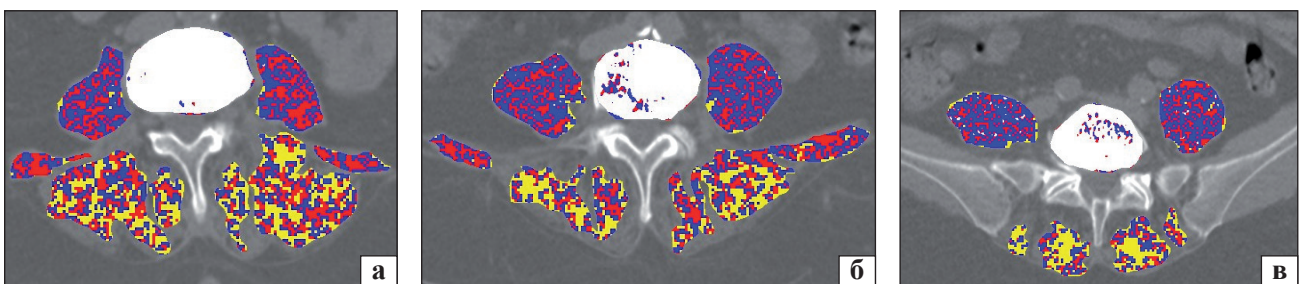


Рис. 8. Аксиальні КТ-зрізи паравертебральних м'язів на рівні L_{III}-L_{IV} (а), L_{IV}-L_V (б), L_V-S_I (в), пацієнтка З., 65 років

Загальна точність передбачення результату операції за допомогою розробленого алгоритму становить 89,19 %.

Якщо розглядати пацієнтів перших двох груп як осіб із задовільними результатами лікування, а третьої — з незадовільними, можна констатувати 91,8 % специфічності розробленого алгоритму визначення порушень дієздатності пацієнта за індексом Oswestry та 76,9 % його чутливості.

Клінічний приклад № 1

Хворий Б., 48 років, госпіталізований з діагнозом: остеохондроз поперекового відділу хребта, спондилоартроз, сходинковий дегенеративний спондилолістез L_{IV} хребця, стеноз поперекового відділу хребтового каналу, компресійно-корінцевий синдром L_{IV} справа. За даними опитувальника Oswestry тяжкість стану до хірургічного лікування оцінено у 80 балів, що відповідає

інвалідизуючим порушенням дієздатності, біль за ВАШ — 8 балів.

За результатами КТ-дослідження отримано площі поперечного перерізу *m. erector spinae* & *m. multifidus* (1 822,53 мм²) і *m. psoas* (1 086,91 мм²), а також дані щодо вмісту в паравертебральних м'язах м'язової, сполучної та жирової тканин (рис. 5, табл. 3).

На підставі прогнозування результату хірургічного лікування за допомогою розробленого алгоритму (рис. 6, а) в пацієнта очікували мінімальні порушення працездатності. Хворому виконано відкрите вправлення L_{IV} хребця, фіксацію L_{III}-L_{IV}-L_V транспедикулярною конструкцією, аутопластичний спондилодез.

Після хірургічного лікування індекс Oswestry становив 18 балів, що відповідає мінімальним порушенням працездатності, біль за ВАШ — 2 бали. Таким чином, прогноз, отриманий за допомогою запропонованого алгоритму, справдився.

Клінічний приклад № 2

Пацієнтка Р., 32 роки, діагноз: остеохондроз поперекового відділу хребта, спондилоартроз, грижа міжхребцевого диска на рівні L_V-S_I, компресійно-корінцевий синдром S_I зліва. За даними опитувальника Oswestry тяжкість стану хворої до лікування становила 58 балів, тобто були серйозні порушення дієздатності, біль за ВАШ — 7 балів.

На аксіальних КТ-зрізах виміряно площу поперечного перерізу *m. erector spinae* & *m. multifidus* (1 033,37 мм²) і *m. psoas* (842,01 мм²), а також вміст

у паравертебральних м'язах м'язової, сполучної та жирової тканин (рис. 7, табл. 4). Під час прогнозування результату хірургічного лікування (рис. 6, б) встановлено, що слід очікувати помірні порушення дієздатності. Виконано операцію з видалення грижі міжхребцевого диска L_V-S_I, фіксацію сегмента L_V-S_I транспедикулярною конструкцією, аллокістковопластичний спондилодез.

Стан пацієнтки за індексом Oswestry після операції становив 39 балів, що відповідає задовільному, біль за ВАШ — 3 бали. Таким чином, прогноз, отриманий на підставі запропонованого алгоритму, справдився.

Клінічний приклад № 3

Пацієнтка З., 65 років, госпіталізована з діагнозом: остеохондроз поперекового відділу хребта, спондилоартроз, стеноз хребтового каналу, компресійно-корінцевий синдром L_V-S_I праворуч.

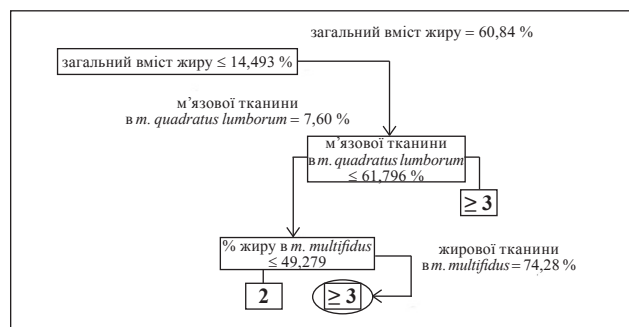


Рис. 9. Прогнозування результату хірургічного лікування пацієнтки З., 65 років, відповідно до розробленого алгоритму

Таблиця 3

Відсотковий вміст тканин у паравертебральних м'язах пацієнта Б.

М'яз	Тканина	Вміст тканин у м'язах (%)
<i>m. quadratus lumborum</i>	М'язова	47,21
	Сполучна	22,12
	Жирова	30,67
<i>m. erector spinae</i>	М'язова	66,06
	Сполучна	19,62
	Жирова	14,31
<i>m. multifidus</i>	М'язова	59,34
	Сполучна	27,93
	Жирова	12,60
<i>m. psoas</i>	М'язова	67,67
	Сполучна	24,29
	Жирова	7,96
у середньому	М'язова	62,56
	Сполучна	24,14
	Жирова	13,24

Таблиця 4

Відсотковий вміст тканин у паравертебральних м'язах пацієнтки Р.

М'яз	Тканина	Вміст тканин у м'язах (%)
<i>m. quadratus lumborum</i>	М'язова	52,22
	Сполучна	21,01
	Жирова	26,78
<i>m. erector spinae</i>	М'язова	54,84
	Сполучна	23,32
	Жирова	21,84
<i>m. multifidus</i>	М'язова	55,27
	Сполучна	32,84
	Жирова	11,88
<i>m. psoas</i>	М'язова	56,94
	Сполучна	30,74
	Жирова	12,31
у середньому	М'язова	54,82
	Сполучна	26,98
	Жирова	18,20

Таблиця 5
Відсотковий вміст тканин
у паравертебральних м'язах пацієнтки 3.

М'яз	Тканина	Вміст тканин у м'язах (%)
<i>m. quadratus lumborum</i>	М'язова	7,60
	Сполучна	32,93
	Жирова	59,03
<i>m. erector spinae</i>	М'язова	1,94
	Сполучна	13,22
	Жирова	84,62
<i>m. multifidus</i>	М'язова	2,79
	Сполучна	22,41
	Жирова	74,28
<i>m. psoas</i>	М'язова	13,95
	Сполучна	56,10
	Жирова	25,42
у середньому	М'язова	6,57
	Сполучна	31,17
	Жирова	60,84

За даними опитувальника Oswestry тяжкість стану пацієнтки на момент госпіталізації оцінена у 88 балів (рівень порушень працездатності, які приковують до ліжка), біль за ВАШ — 9 балів.

У результаті КТ-дослідження, отримані дані про площу поперечного перерізу *m. erector spinae* (1 930,18 мм²) і *m. multifidus* (1 056,948 мм²) паравертебральних м'язів, а також вміст у них м'язової, сполучної та жирової тканини (рис. 8, табл. 5). Для прогнозування ступеня порушень працездатності після хірургічного лікування використано запропонований алгоритм (рис. 9) і виявлено, що слід очікувати незадовільний результат (серйозні порушення).

Виконано хірургічне втручання: ламінектомія L_v хребця, фіксація L_{IV}–L_v–S_I транспедикулярною конструкцією, аутокістковопластичний спондилідез. За індексом Oswestry стан пацієнтки покращився, але становив 68 балів, що відповідає інвалідизуючим порушенням, біль за ВАШ — 6 балів. Прогноз, отриманий за допомогою розробленого алгоритму, справдився і в цьому випадку.

Наприкінці роботи створену нами комп'ютерну програму, за допомогою якої оцінювали структуру паравертебральних м'язів, було доповнено алгоритмом прогнозування результатів хірургічного лікування. Таким чином, виділивши контури паравертебральних м'язів на аксіальних КТ-зрізах, ми отримуємо інформацію не лише про їхню площу поперечного перерізу та вміст м'язових тканин,

а й попередньо оцінимо ступінь можливих клінічних розладів після лікування.

Висновки

Доведено наявність залежності між структурними змінами паравертебральних м'язів і результатами хірургічного лікування хворих із дегенеративними ураженнями поперекового відділу хребта. Основним чинником впливу є вміст у паравертебральних м'язах жирової тканини: чим більше її в м'язах, тим гіршим буде результат.

Запропоновано алгоритм прогнозування результатів хірургічного лікування пацієнтів із використанням даних комп'ютерної томографії та розробленої програми, точність якого становить 89,19 %.

Конфлікт інтересів. Автор декларує відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Morphometrics as a predictor of perioperative morbidity after lumbar spine surgery / H. M. Zakaria, L. Schultz, F. Mossa-Basha [et al.] // *Neurosurgery Focus*. — 2015. — Vol. 39 (4). — Article ID : E5. — DOI: 10.3171/2015.7.FOCUS 15257.
2. Paraspinal muscle as a predictor of surgical outcome / L. D. Canvasser, A. A. Mazurek, D. C. Cron [et al.] // *Journal of Surgical Research*. — 2014. — Vol. 192 (1). — P. 76–81. — DOI: 10.1016/j.jss.2014.05.057.
3. Fat content of lumbar extensor muscles and low back disability: a radiographic and clinical comparison / H. Alaranta, K. Tallroth, A. Soukka, M. Heliovaara // *Journal of Spinal Disorders*. — 1993. — Vol. 6 (2). — P. 137–140.
4. Trunk muscle composition as a predictor of reduced functional capacity in the health, aging and body composition study: the moderating role of back pain / G. E. Hicks, E. M. Simonsick, T. B. Harris [et al.] // *Journals of Gerontology. Series A: Biological Sciences & Medical Sciences*. — 2005. — Vol. 60 (11). — P. 1420–1424.
5. Hides J. A. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain / J. A. Hides, G. A. Jull, C. A. Richardson // *Spine*. — 2001. — Vol. 26 (11). — P. E243–E248.
6. Increased intramuscular fatty infiltration without differences in lumbar muscle cross-sectional area during remission of unilateral recurrent low back pain / R. D'hooge, B. Cagnie, G. Crombez [et al.] // *Manual Therapy*. — 2012. — Vol. 17 (6). — P. 584–588. — DOI: 10.1016/j.math.2012.06.007.
7. Association between cross-sectional areas of lumbar muscles on magnetic resonance imaging and chronicity of low back pain / H. I. Lee, J. Song, H. S. Lee [et al.] // *Annals of Rehabilitation Medicine*. — 2011. — Vol. 35 (6). — P. 852–859. — DOI: 10.5535/arm.2011.35.6.852
8. Barker K. L. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability / K. L. Barker, D. R. Shamley, D. Jackson // *Spine*. — 2004. — Vol. 29 (22). — P. E515–E519.
9. 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.
10. 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.
11. Severe lumbar disability is associated with decreased parasagittal 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.
 12. A longitudinal study of the development of low back pain in an industrial population / J. M. Stevenson, C. L. Weber, J. T. Smith [et al.] // *Spine*. — 2001. — Vol. 26 (12). — P. 1370–1377.
 13. EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain / A. Heydari, A. V. Nargol, A. P. Jones [et al.] // *European Spine Journal*. — 2010. — Vol. 19 (7). — P. 1145–1152. — DOI: 10.1007/s00586-010-1277-1.
 14. Does pre-operative magnetic resonance imaging of the lumbar multifidus muscle predict clinical outcomes following lumbar spinal decompression for symptomatic spinal stenosis? / M. G. T. Zotti, F. V. Boas, T. Clifton [et al.] // *European Spine Journal*. — 2017. — Vol. 26 (10). — P. 2589–2597. — DOI: 10.1007/s00586-017-4986-x.
 15. Paraspinal muscle vasculature contributes to posterolateral spinal fusion / M. Bawa, A. L. Schimizzi, B. Leek [et al.] // *Spine*. — 2006. — Vol. 31 (8). — P. 891–896. — DOI: 10.1097/01.brs.0000209301.15262.56.
 16. Autologous marrow injection as a substitute for operative grafting of tibial nonunions / J. F. Connolly, R. Guse, J. Tiedeman, R. Dehne // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 1991. — № 266. — P. 259–270.
 17. Cierny G. Primary versus delayed soft tissue coverage for severe open tibial fractures: a comparison of results / G. Cierny, H. S. Byrd, R. E. Jones // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 1983. — № 178. — P. 54–63.
 18. Musculus multifidus makes provisions to posterolateral spine fusion after transpedicular fixation of lumbar spine / V. A. Radchenko, A. G. Skidanov, N. A. Ashukina [et al.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2018. — № 2 — P. 13–21.
 19. Структурні особливості багатороздільного м'яза щурів після транспедиккулярної фіксації хребців за умов різної рухової активності / А. Г. Скіданов, Н. О. Ашукіна, З. М. Данишук [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2015. — № 2. — С. 85–92.
 20. Формування заднього спондилодезу залежно від різної фізичної активності у тварин / В. О. Радченко, А. Г. Скіданов, Н. О. Ашукіна [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2016. — № 2. — С. 55–59.
 21. Эккерт Р. Физиология животных: Механизмы и адаптация : В 2-х т. Т. 1 / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин. — М. : Мир, 1991. — 424 с.
 22. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults / R. A. Deyo, S. K. Mirza, B. I. Martin [et al.] // *JAMA*. — 2010. — Vol. 303 (13). — P. 1259–1265. — DOI: 10.1001/jama.2010.338.
 23. Perioperative complications and mortality after spinal fusions: analysis of trends and risk factors / V. Goz, J. H. Weinreb, I. McCarthy [et al.] // *Spine*. — 2013. — Vol. 38 (22). — P. 1970–1976. — DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a62527.
 24. 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.
 25. Fairbank J. C. I. The Oswestry disability index / J. C. I. Fairbank, P. B. Pynset // *Spine*. — 2000. — Vol. 25 (22). — P. 2940–2953.
 26. Оцінювання паравертебральних м'яких тканин за допомогою комп'ютерної томографії / А. Г. Скіданов, О. Г. Аврун, М. Ю. Тимкович [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2015. — № 3 (600). — С. 61–65. — DOI: 10.15674/0030-59872015361-64.
 27. 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 / Аврун О. Г., Скіданов А. Г., Радченко В. О. [та ін.] ; заявник і патентовласник Харківський національний університет радіоелектроніки. — № а201410285 ; заявл. 19.09.2014 ; опубл. 11.04.2016 ; Бюл. № 7.
 28. 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.
 29. 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 Disorders*. — 2017. — Vol. 18 (1). — Article ID : 25. — DOI: 10.1186/s12891-016-1378-z.

Стаття надійшла до редакції 01.11.2018

FORECASTING THE RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH DEGENERATIVE DISEASES OF THE LUMBAR SPINE DEPENDING ON THE STATE OF PARAVERTEBRAL MUSCLES

A. G. Skidanov

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

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