

Оригінальна стаття

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2025;31(2):37-43
doi: 10.25305/unj.318996

Трансфорамінальна ендоскопічна мікродискектомія в лікуванні пацієнтів із грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта

О.М. Тарасенко^{1,2}

¹ Кафедра медицини, Херсонський державний університет, Івано-Франківськ, Україна

² Медичний центр «Клініка сімейної медицини», Дніпро, Україна

Надійшла до редакції 25.12.2024
Прийнята до публікації 17.02.2025

Адреса для листування:

Тарасенко Олег Миколайович,
Кафедра медицини, Херсонський державний університет, вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна, e-mail: tarasenko_ot@i.ua

Щорічно у світі виконують понад 800 тис. мікродискектомій. За даними різних авторів, частота добрих та відмінних результатів становить близько 85% при адекватному відборі пацієнтів для хірургічного лікування, але близько 40% пацієнтів продовжують страждати від больових, рухових і чутливих розладів, хоча їхня інтенсивність знижується після операції. Тому триває пошук нових методів хірургічних втручань, які дадуть змогу поліпшити результати лікування таких хворих.

Наприкінці 90-х років минулого століття фірма «Joimax» (Німеччина) розробила методику ендоскопічної мікродискектомії, при виконанні якої використовують не стандартний інтерламінарний доступ, а бічний (трансфорамінальний). За даними літератури, ендоскопічна трансфорамінальна мікродискектомія дає змогу отримати близько 93% позитивних результатів.

Мета: вивчити найближчі та віддалені результати лікування пацієнтів із грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта за допомогою трансфорамінальної ендоскопічної мікродискектомії.

Матеріали і методи. Вивчено найближчі (у 1-й день після операції) та віддалені (через 6 міс) результати хірургічного лікування 68 хворих із грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта. Чоловіків було 52, жінок – 16. Вік хворих – від 24 до 68 років (середній вік – 44,2 року). Тривалість захворювання – від 6 міс до 12 років. Пацієнти були прооперовані методом ендоскопічної трансфорамінальної мікродискектомії в МЦ «Клініка сімейної медицини» (м. Дніпро) у період із 2020 до 2024 рр.

Результати. До операції середній показник болю за візуальною аналоговою шкалою становив 8,7 бала, у 1-шу добу після операції – 3,5 бала, через 6 міс – 3 бали. Через 6 міс після хірургічного втручання 63 (93%) пацієнти мали хороші та задовільні результати лікування за шкалою J. MacNab, 5 (7%) – незадовільні.

Висновки. Трансфорамінальна ендоскопічна мікродискектомія – сучасний високоефективний малоінвазивний метод хірургічного лікування гриж міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта, що дає змогу суттєво зменшити інтраопераційну травму, тривалість перебування пацієнта в стаціонарі, прискорити реабілітацію, поліпшити результати лікування.

Ключові слова: трансфорамінальна ендоскопічна мікродискектомія; малоінвазивні методики лікування; амбулаторна нейрохірургія

Вступ

Вважається, що у світі щорічно виконують понад 800 тис. мікродискектомій [1]. За даними різних авторів, частота добрих та відмінних результатів становить близько 85% при адекватному відборі пацієнтів для хірургічного лікування, але близько 40% пацієнтів продовжують страждати від больових, рухових і чутливих розладів, хоча їхня інтенсивність знижується після операції [1, 2, 4]. Незадовільні результати лікування – це так званий синдром невдало прооперованого хребта (failed back surgery syndrome). На частку післяопераційного компресійного рубцево-спайкового епідуриту (реактивний продуктивний запальний процес, що

завжди розвивається після хірургічних маніпуляцій (зокрема після мікродискектомії)) у структурі failed back surgery syndrome припадає близько 25% [2]. За даними різних авторів, failed back surgery syndrome є причиною близько 20% повторних операцій. Хоча золотим стандартом продовжують вважати мікродискектомії, за останні 30 років запропоновано багато нових методик та їхні модифікації. Автори цих методик прагнуть мінімізувати травматичність хірургічного доступу без зменшення радикальності операції [1, 2]. Пошук нових методів хірургічних втручань, які дадуть змогу зменшити інтраопераційну травму, тривалість перебування пацієнта в стаціонарі, частоту післяопераційних ускладнень, поліпшити



результати лікування, прискорити реабілітацію пацієнтів після втручання, знизити вартість лікування, триває.

Переважають вдосконалюють мікрохірургічний інтерламінарний підхід, зокрема ретрактори для мінімального пошкодження паравертебральних м'язів. Також запропоновано малоінвазивні доступи до гриж без видалення жовтої зв'язки та додаткової фасетектомії [3–7]. Основним недоліком заднього інтерламінарного доступу є те, що після розрізу або резекції жовтої зв'язки хірург бачить у рані нервовий корінець та дуральний мішок, а грижа зазвичай розташована за ними, для її видалення необхідна тракція як корінця, так і дурального мішка [5, 8–11].

Поряд із удосконаленням мікрохірургічних методик, запропоновано ендоскопічні методи, спрямовані на зменшення травматичності доступу. Найпоширенішою методикою в 90-ті роки минулого століття була ендоскопічна монопортальна або біпортальна нуклеотомія, яку з успіхом застосовували при лікуванні не лише протрузій дисків і невеликих гриж, а й секвестрованих гриж [4–9]. Однак ця методика не була настільки універсальною, як мікродискектомія, та часто потребувала виконання повторних операцій.

Наприкінці 90-х років минулого століття фірма «Joimax» (Німеччина) розробила методику ендоскопічної мікродискектомії, при виконанні якої використано не стандартний інтерламінарний доступ, а бічний (трансфорамінарний). Хірург проникає в хребтовий канал збоку крізь міжхребцевий отвір. При цьому він насамперед бачить грижу, а потім візуалізується нервовий корінець. При застосуванні такого доступу тракція корінця не потрібна. TESSYS (Transforaminal Endoscopic Surgical System) набула широкого поширення в Європі [7–11]. Інструменти для її виконання постійно вдосконалюють, що розширює можливості методики. Численні дослідження зарубіжних авторів свідчать про високу ефективність ендоскопічної трансфорамінарної мікродискектомії та невелику частоту невдач і ускладнень. За літературними даними, ендоскопічна трансфорамінарна мікродискектомія дає змогу отримати близько 93% позитивних результатів, що порівнянно з ефективністю «відкритої» мікродискектомії [10–17]. Ендоскопічна трансфорамінарна мікродискектомія має низку важливих переваг: розріз шкіри завдовжки 5 мм при загоєнні практично не залишає косметичного дефекту, м'язи й апоневроз не розсікають, а розсувають трубчастими дилататорами, максимальний діаметр порту – 7,5 мм, відсутність контакту з киснем зменшує частоту розвитку післяопераційного компресійного рубцево-спайкового епідуриту. Тривалість госпіталізації не перевищує 12–20 год, пацієнта активізують через 3 год після операції, що дає підставу вважати її методикою «амбулаторної нейрохірургії», бо значна частина пацієнтів залишають стаціонар у день проведення втручання. Період реабілітації утримує менший, ніж після мікродискектомії. Однак деякі автори вважають цю методику недостатньо радикальною та неуніверсальною [11–15, 19].

Мета: вивчити найближчі та віддалені результати лікування пацієнтів із грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта за допомогою трансфорамінарної ендоскопічної мікродискектомії.

Матеріали і методи

Дизайн дослідження

Проведено одноцентрове ретроспективне та проспективне контрольоване дослідження 68 хворих. Проаналізовано дані історії хвороби 52 пацієнтів, прооперованих методом трансфорамінарної ендоскопічної мікродискектомії в період із 2020 до 2024 рр. Дослідження проспективної групи (16 пацієнтів) проведено в 2024 р.

Учасники дослідження

Пацієнти з грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта, прооперовані в МЦ «Клініка сімейної медицини» (м. Дніпро).

Проведення дослідження схвалене комісією з біомедичної етики Херсонського державного університету (протокол №7 від 30.06.2024 р.).

Критерії залучення

Пацієнти з форамінарними, задньобічними, парамедіанними грижами в поперековому відділі хребта, які пройшли 4-тижневий курс консервативної терапії без позитивного ефекту.

Критерії вилучення

Заздалегідь визначені як обмеження методу центральні грижі, стеноз форамінарного отвору, вихід корінця крізь нижню ділянку форамінарного отвору, краніальна міграція грижі L5-S1, протипоказання за життєвими показниками.

Параметри, які аналізували

Стать і вік пацієнта, тривалість захворювання, рівень, розмір та розташування грижі, оцінка результатів за шкалою візуальною аналоговою шкалою (ВАШ) і модифікованою шкалою J. MacNab.

Хірургічна техніка

Операцію проводили під внутрішньовенною анестезією з місцевим потенціюванням. Розчини міорелаксантів не використовують, що має важливе значення під час операції. Положення хворого – лежачи на животі. Рівень втручання уточнювали за допомогою інтраопераційної рентгенографії. Доступ має вирішальне значення для успішності втручання, залежно від рівня операції відступ від середньої лінії збільшується в каудальному напрямку (**Рис. 1**). Умовно хід операції можна розділити на 3 етапи:

а) вхідна точка (вираховують за допомогою спеціальних орієнтирів) (**Рис. 2**);

б) операційний доступ (за допомогою дилататорів та римерів, встановлення порту ендоскопа (**Рис. 3 і 4**) у трикутнику Kambin);

в) основний етап видалення грижі (асистент чи операційна сестра контролюють м'язи відповідного міотому (починаючи з етапу розширення форамінарного отвору), що запобігає ураженню корінця, бо при його компресії одразу виявляють посипування м'яза, тому не використовують міорелаксанти.

Після завершення операції накладають один або два шви на шкіру.



Рис. 1. Відступ від середньої лінії залежно від рівня втручання



Рис. 2. Вхідна точка встановлення порту ендоскопа



Рис. 3. Установлення порту ендоскопа



Рис. 4. Фото ендоскопа

Статистичний аналіз

Статистичну обробку матеріалів дослідження проводили з використанням Python v3.9.5 (<https://www.python.org/downloads>) у середовищі розробки JupyterLab (<https://jupyter.org/install>). Порівняння незалежних груп виконували із застосуванням критерію Фішера. За рівень похибки обрали значення $p < 0,0001$. Значення $p < 0,0001$ вважали критично значущим для всіх проведених видів аналізу.

Результати та обговорення

Характеристика пацієнтів

Вивчено найближчі (1-й день після операції) та віддалені (через 6 міс) результати хірургічного

лікування 68 хворих із грижами міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта. Пацієнта оглядали при виписці зі стаціонару або під час перев'язки (тих, кого виписали в день операції) та під час планової консультації через півроку. Результати хірургічного лікування пацієнтів оцінювали за шкалою ВАШ та модифікованою шкалою J. MacNab. Цю методику рутинно використовують у МЦ «Клініка сімейної медицини» (м. Дніпро) для видалення парамедіанних, задньобічних і форамінальних гриж у поперековому відділі хребта.

Серед пацієнтів було 52 чоловіки і 16 жінок віком від 24 до 68 років (середній вік – 44,2 року). Тривалість захворювання – від 6 міс до 12 років. У всіх

випадках консервативні методи, фізіотерапевтичне та санаторно-курортне лікування впродовж не менше ніж 4 тиж не дали бажаних результатів. У доопераційний період усім пацієнтам проведено магнітно-резонансну томографію (МРТ).

Показання до проведення втручання: стійкий люмбоішіалгічний синдром, порушення чутливості, помірний чи виразний руховий дефіцит, порушення рефлекторної сфери за неефективності консервативної терапії впродовж 4 тиж, підтверджені морфологічними ознаками, такими як наявність грижі диска за даними МРТ. Виконували хірургічні втручання за наявності нейрокомпресійних синдромів, спричинених парамедіанними, задньобічними або форамінальними грижами (серединні грижі, а також грижі L5–S1 із краніальною міграцією вилучали, як зазначено вище).

Важливе значення має розмір форамінального отвору й місце проходження корінця крізь нього (**Рис. 5**) [18]. Для розширення форамінального отвору та встановлення порту ендоскопа необхідне збереження анатомічної будови форамінального отвору. Якщо корінець виходить із його верхньої частини, а нижня навіть у випадку стенозу має простір для встановлення «провідника», то втручання може бути успішно проведене. Якщо корінець виходить у нижній частині форамінального отвору або наявний значний його стеноз унаслідок спондилоартрозу, аномалій розвитку, виразного спондилолістезу тощо, то операція буде невдалою, окрім випадків форамінальних гриж, коли розширення форамінального отвору не потрібне.

Грижі диска L2–L3 виявлено в 5 (7%) хворих, диска L3–L4 – у 2 (3%), диска L4–L5 – у 35 (52%), диска L5–S1 – у 26 (38%). Парамедіанні грижі діагностовано в 21 (31%) випадку, задньобічні – у 39 (57%), форамінальні – у 8 (12%) (**Табл. 1**).

За даними МРТ, у 32 (47%) випадках грижі були розміром до 8 мм, у 36 (53%) – понад 8 мм.

Результати лікування

До операції середній показник болю за ВАШ становив 8,7 бала, у 1-шу добу після операції – 3,5 бала, через 6 міс – 3,0 бали ($p < 0,0001$ порівняно з показником до хірургічного втручання).

Через 6 міс після хірургічного втручання 63 (93%) пацієнти мали добрі та задовільні результати лікування за шкалою J. MacNab, 5 (7%) – незадовільні результати (**Табл. 2**).

Клінічний приклад

Хвора Г., 53 роки, госпіталізована в МЦ «Клініка сімейної медицини» 27.05.2024 р. із діагнозом: задньобічна грижа міжхребцевого диска L4–L5 із форамінальним компонентом, радикулопатія по L5 справа, виразний больовий і м'язово-тонічний синдроми.

Скарги при надходженні на інтенсивні болі в поперековому відділі хребта з іррадіацією по бічній поверхні правої нижньої кінцівки.

Хворіє декілька років, за останній місяць больовий синдром значно підсилюється (9 балів за ВАШ). Виникнення захворювання пов'язує з фізичним характером трудової діяльності.

Лікувалася консервативно з використанням фізіотерапевтичних процедур, санаторно-курортного лікування, але на тлі лікування за останні 3 тиж значно підсилюється біль у нозі.

При об'єктивному дослідженні відзначено різку болючість при пальпації остистих відростків хребців L4 та L5, гіпестезію по дерматому L5 справа, різко позитивний симптом Лассега справа.

На МР-томограмі діагностована задньобічна грижа міжхребцевого диска L4–L5 із форамінальним компонентом справа з грубою компресією корінця хребця L5 справа (**Рис. 6**).

Виконано трансфорамінальну ендоскопічну мікродискектомію міжхребцевого диска L4–L5 справа. На **Рис. 7** представлено флюорографічний контроль розташування порту ендоскопа у визначеній ділянці міжхребцевого проміжку L4–L5 справа.

Безпосередньо після операції пацієнтка відзначила повний регрес больового синдрому. Через 3 год пацієнтку активізовано. Оскільки вона мешкає в іншому місті, її залишили до ранку в стаціонарі. Виписана наступного ранку в задовільному стані. Через 2 тиж почуває себе задовільно, скарг немає, післяопераційний рубець без ознак запалення (**Рис. 8**). Через 1,5 тиж пацієнтка приступила до звичайної трудової діяльності.

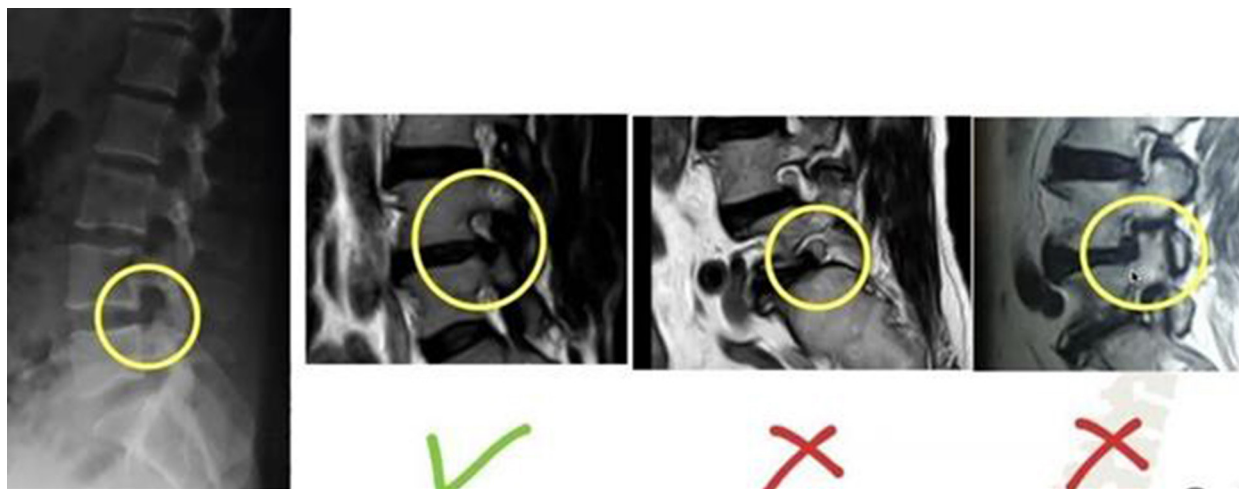


Рис. 5. Можливість втручання залежно від розміру форамінального отвору та розташування корінця (<https://doi.org/10.1002/ca.22286>)

Таблиця 1. Розподіл випадків залежно від виду та рівня гриж

Рівень	Вид грижі			Усього
	Парамедіанні	Задньобічні	Форамінальні	
L2-L3	0	2 (3,0%)	3 (4,0%)	5 (7,0%)
L3-L4	0	1 (1,5%)	1 (1,5%)	2 (3,0%)
L4-L5	12 (18,0%)	21 (31,0%)	2 (3,0%)	35 (52,0%)
L5-S1	9 (13,0%)	15 (22,0%)	2 (3,0%)	26 (38,0%)

Таблиця 2. Оцінка результатів лікування за шкалою J. MacNab через 6 міс після операції

Результати	Кількість спостережень	
	абс.	%
Добрі	51*	75
Задовільні	12	18
Незадовільні	5	7
Усього	68	100

Примітка. * – Різниця статистично значуща ($p < 0,0001$) порівняно з показником пацієнтів із незадовільним результатом.

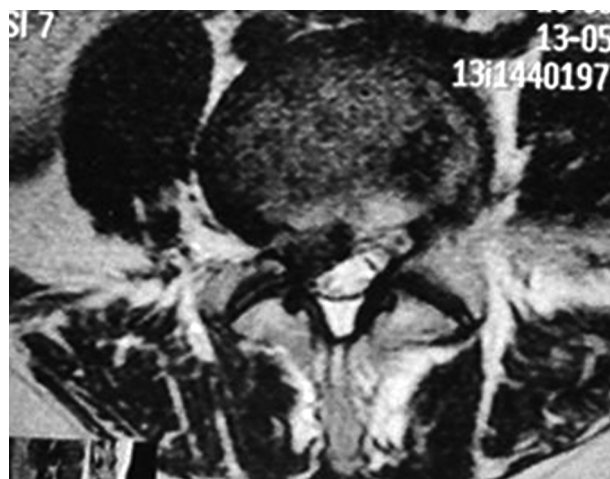
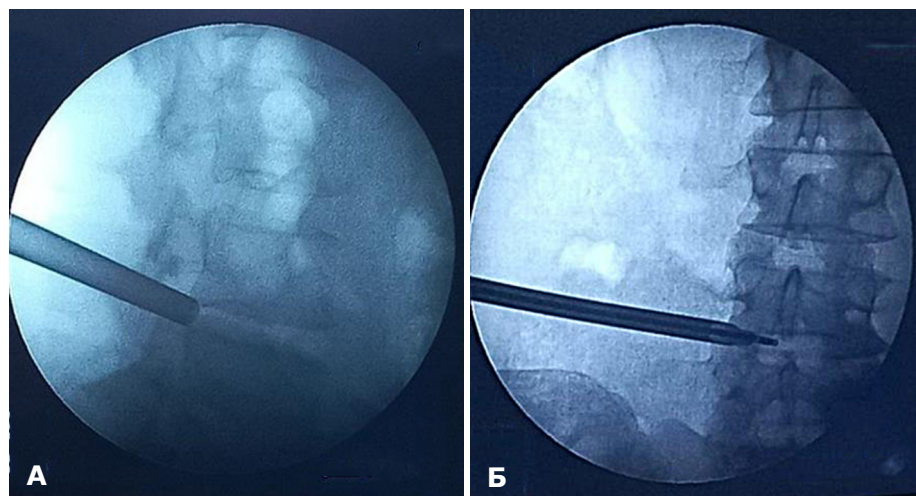
**Рис. 6.** МРТ. Задньобічна грижа міжхребцевого диска L4-L5 із форамінальним компонентом справа**Рис. 7.** Установлення порту: А – бічна проекція; Б – пряма проекція



Рис. 8. Післяопераційний рубець через 2 тиж після операції

Обговорення

Х. Тао та співавт. (2018) [19] провели рандомізоване дослідження результатів лікування 462 пацієнтів (231 пацієнт у групі з традиційною мікродискектомією та 231 у групі з ендоскопічною трансфорамінальною мікродискектомією), зокрема за ВАШ і модифікованою шкалою J. MacNab через 1 день, 1, 3 та 6 міс після операції. Установлено, що TESSYS суттєво зменшує тривалість операції та об'єм крововтрати, інтраопераційну травму, тривалість перебування пацієнта в стаціонарі, прискорює реабілітацію, поліпшує результати лікування. Частота добрих результатів за модифікованою шкалою J. MacNab становила 87,88% при використанні TESSYS і 84,85% при застосуванні традиційної мікродискектомії.

За даними Shenghua He та співавт. (2018), частота позитивних результатів при використанні TESSYS становила 98% через рік після операції [20], за даними Chao Yuan та співавт. (2020) [21], – 95%.

Перспективи подальших досліджень

TESSYS – сучасна високоефективна малоінвазивна методика видалення гриж міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта. Як і інші методики вона має переваги та недоліки. Перевагою цієї методики є малоінвазивність при достатній радикальності порівняно з традиційною мікродискектомією, недоліком – недостатня універсальність.

Подальші дослідження, на думку автора, слід присвятити поліпшенню візуалізації гриж, плануванню втручання, зокрема з допомогою штучного інтелекту (особливо це важливо для вхідної точки, яку нині вираховують дуже суб'єктивно, що може бути причиною невдалої операції), «безпечній» установці порту ендоскопа по оптимальній траєкторії із запобіганням ушкодженню нервових і судинних структур, повноті видалення гриж та повній декомпресії здавленого корінця та/чи дурального мішка.

Висновки

1. Трансфорамінальна ендоскопічна мікродискектомія – сучасний високоефективний малоінвазивний метод хірургічного лікування гриж міжхребцевих дисків у поперековому відділі хребта.

2. Трансфорамінальна ендоскопічна мікродискектомія дає змогу досягти в 93% випадків позитивних результатів.

3. За даними різних авторів, методика TESSYS суттєво зменшує інтраопераційну травму, інтраопераційну крововтрату, тривалість перебування пацієнта в стаціонарі, прискорює реабілітацію, поліпшує результати лікування.

Розкриття інформації

Конфлікт інтересів

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Етичні норми

Усі процедури, виконані пацієнтам під час дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного та національного комітетів з етики і Гельсінській декларації 1964 р. та її поправкам або аналогічним етичним стандартам.

Інформована згода

Від кожного пацієнта отримано інформовану згоду.

Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

Список літератури

1. Brotchi J, Pirotte B, De Witte O, Levivier M. Prevention of epidural fibrosis in a prospective series of 100 primary lumbo-sacral discectomy patients: follow-up and assessment at re-operation. *Neurol Res.* 1999;21 Suppl 1:S47-50. doi: 10.1080/01616412.1999.11741027
2. Педаченко ЄГ, Тарасенко ОМ. Найближчі та віддалені результати лікування хворих з післяопераційним компресійним рубцево-спайковим епідуритом. *Ukr Neurosurg J.* 2006;(3):46-50. <https://theunj.org/article/view/127817> Pedachenko EG, Tarasenko ON. [Nearest and retrospective results of patients with postoperative compressive cicatricial-adhesive epiduritis treatment]. *Ukr Neurosurg J.* 2006;(3):46-50. Ukrainian. <https://theunj.org/article/view/127817>
3. Kreiner DS, Hwang SW, Easa JE, Resnick DK, Baisden JL, Bess S, Cho CH, DePalma MJ, Dougherty P 2nd, Fernand R, Ghiselli G, Hanna AS, Lamer T, Lisi AJ, Mazanec DJ, Meagher RJ, Nucci RC, Patel RD, Sembrano JN, Sharma AK, Summers JT, Taleghani CK, Tontz WL Jr, Toton JF; North American Spine Society. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy. *Spine J.* 2014 Jan;14(1):180-91. doi: 10.1016/j.spinee.2013.08.003
4. Arts MP, Kuršumović A, Miller LE, Wolfs JFC, Perrin JM, Van de Kelft E, Heidecke V. Comparison of treatments for lumbar disc herniation: Systematic review with network meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019 Feb;98(7):e14410. doi: 10.1097/MD.00000000000014410
5. Schaller B. Failed back surgery syndrome: the role of symptomatic segmental single-level instability after lumbar microdiscectomy. *Eur Spine J.* 2004 May;13(3):193-8. doi: 10.1007/s00586-003-0632-x
6. Ramaswami R, Ghogawala Z, Weinstein JN. Management of Sciatica. *N Engl J Med.* 2017 Mar 23;376(12):1175-1177. doi: 10.1056/NEJMc1701008
7. Kim MJ, Lee SH, Jung ES, Son BG, Choi ES, Shin JH, Sung JK, Chi YC. Targeted percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in 295 patients: comparison with results of microscopic discectomy. *Surg Neurol.* 2007 Dec;68(6):623-631. doi: 10.1016/j.surneu.2006.12.051
8. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, Peul W, van Royen B, van Tulder M. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature. *Eur Spine J.* 2010 Feb;19(2):181-204. doi: 10.1007/s00586-009-1155-x
9. Jasper GP, Francisco GM, Telfeian AE. A retrospective

- evaluation of the clinical success of transforaminal endoscopic discectomy with foraminotomy in geriatric patients. *Pain Physician*. 2013 May-Jun;16(3):225-9.
10. Morgenstern R. Transforaminal endoscopic stenosis surgery (TESS). *The Internet Journal of Minimally Invasive Spinal Technology*. 2008;3(4). <https://ispub.com/IJMIST/3/4/4522>
 11. Hoogland T, van den Brekel-Dijkstra K, Schubert M, Miklitz B. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008 Apr 20;33(9):973-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31816c8ade
 12. Zhou F, Tao H, Liu G, Zhang Y, Zhang Y, Zhou K. Clinical effect of TESSYS technique under spinal endoscopy combined with drug therapy in patients with lumbar disc herniation and its effect on quality of life and serum inflammatory factors: results of a randomized trial. *Ann Palliat Med*. 2021 Aug;10(8):8728-8736. doi: 10.21037/apm-21-1282
 13. Pan M, Li Q, Li S, Mao H, Meng B, Zhou F, Yang H. Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy: Indications and Complications. *Pain Physician*. 2020 Jan;23(1):49-56.
 14. Pan Z, Ha Y, Yi S, Cao K. Efficacy of Transforaminal Endoscopic Spine System (TESSYS) Technique in Treating Lumbar Disc Herniation. *Med Sci Monit*. 2016 Feb 18;22:530-9. doi: 10.12659/msm.894870
 15. Ju CI, Lee SM. Complications and Management of Endoscopic Spinal Surgery. *Neurospine*. 2023 Mar;20(1):56-77. doi: 10.14245/ns.2346226.113
 16. Shi C, Wu L, Tang G, Sun B, Xu N, Lin W, Liu J, Xu G. Clinical Outcomes of Full-Endoscopic Visualized Foraminoplasty and Discectomy for Lumbar Disc Herniation with Bilateral Radiculopathy. *Orthop Surg*. 2024 Dec;16(12):3014-3025. doi: 10.1111/os.14240
 17. Chang H, Li Z, Zhang Y, Ding W, Xu J. Full-Endoscopic Foraminoplasty and Lumbar Discectomy for Single-Level Lumbar Disc Herniation. *J Vis Exp*. 2024 Mar 1;(205). doi: 10.3791/66124
 18. Xin G, Shi-Sheng H, Hai-Long Z. Morphometric analysis of the YESS and TESSYS techniques of percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy. *Clin Anat*. 2013 Sep;26(6):728-34. doi: 10.1002/ca.22286
 19. Tao XZ, Jing L, Li JH. Therapeutic effect of transforaminal endoscopic spine system in the treatment of prolapse of lumbar intervertebral disc. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018 Jul;22(1 Suppl):103-110. doi: 10.26355/eurrev_201807_15371
 20. He S, Sun Z, Wang Y, Ma D, Tan W, Lai J. Combining YESS and TESSYS techniques during percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for multilevel lumbar disc herniation. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Jul;97(28):e11240. doi: 10.1097/MD.00000000000011240
 21. Yuan C, Zhou Y, Pan Y, Wang J. Curative effect comparison of transforaminal endoscopic spine system and traditional open discectomy: a meta-analysis. *ANZ J Surg*. 2020 Jan;90(1-2):123-129. doi: 10.1111/ans.15579