

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ. НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS. RESEARCH ARTICLE

DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-227-236

Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с пункционной нуклеопластикой

М.Д. Абакиров¹, О.А. Аль Баварид¹, С.Т. Мамырбаев¹, М.А. Панин¹, Р.М. Нурмухаметов¹,
Р.Р. Абдрахманов¹, В. Алавайда², К. Рамулгон¹, А.А. Аленизи¹

¹ Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

² Американский университет Мадабы, г. Мадаба, Иордания

Аннотация. *Актуальность.* Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи в настоящее время является одним из наиболее эффективных и, в то же время, сравнительно безопасных методов лечения межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Цель:* оценка эффективности трансфораминальной эндоскопической дискэктомии в комбинации с пункционной нуклеопластикой в лечении грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Материалы и методы.* В качестве материалов и методов исследования были оценены результаты эндоскопической дискэктомии с нуклеопластикой у 87 пациентов (43 мужчины и 44 женщины) в возрасте от 19 до 62 лет. Длительность наблюдения в послеоперационном периоде составила в среднем 18,7±6 месяцев (от 7,2 до 28 месяцев). Для оценки клинической эффективности выполненных оперативных вмешательств, динамика болевого синдрома была проанализирована при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Состояние пациентов, болевой синдром и степень нарушения жизнедеятельности были оценены по индексу Освестри (ODI). Для оценки результатов операции также были проанализированы послеоперационные осложнения. В настоящем исследовании рассмотрена эффективность данного метода у 87 больных. В первую очередь оценивались субъективные критерии — уровень болевого синдрома и степень нарушения жизнедеятельности. *Результаты.* У всех пациентов отмечено снижение интенсивности болевого синдрома и улучшение параметров жизнедеятельности. Показатели ВАШ в течение полугода после операции снизились более чем вдвое, ODI — втрое. Вследствие отсутствия аналогичных исследований (эндоскопия плюс нуклеопластика) результаты нашей работы сопоставлялись с результатами эндоскопического удаления грыжи без нуклеопластики. При сопоставлении результатов субъективной оценки состояния больных после операции в настоящем исследовании с данными литературы в данной выборке пациентов наблюдались некоторые интра- и послеоперационные осложнения. *Выводы.* Применение пункционной нуклеопластики в качестве второго этапа малоинвазивного удаления грыжи МПД является эффективным методом лечения, значительно снижая частоту рецидивов заболевания.

Ключевые слова: трансфораминальная эндоскопическая, пункционная нуклеопластика; грыжа пояснично-крестцового отдела позвоночника

© Абакиров М.Д., Аль Баварид О.А., Мамырбаев С.Т., Панин М.А., Нурмухаметов Р.М., Абдрахманов Р.Р., Алавайда В., Рамулгон К., Аленизи А.А., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Вклад авторов: Аль Баварид О.А. — обзор литературы. Абакиров М.Д. — написание текста; Мамырбаев С.Т., Панин М.А., Нурмухаметов Р.М. — статистическая обработка данных; Абдрахманов Р.Р., Аленизи А.А. — сбор и обработка материалов; Алавайда В., Рамулгон К. — концепция и дизайн исследования.

Заявление о конфликте интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 10.05.2020. Принята 08.06.2020

Для цитирования: Абакиров М.Д., Аль Баварид О.А., Мамырбаев С.Т., Панин М.А., Нурмухаметов Р.М., Абдрахманов Р.Р., Алавайда В., Рамулгон К., Аленизи А.А. Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с пункционной нуклеопластикой // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2020. Т. 24. № 3. С. 227—236. DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-227-236

Clinical evaluation for the transforaminal endoscopic hernia of the intervertebral disc of the lumbosacral spine with puncture nucleoplasty

M.D. Abakirov¹, O.A. Al-Bawareed¹, S.T. Mamyrbayev¹, M.A. Panin¹, R.M. Nurmukhametov¹,
R.R. Abdrakhmanov¹, W. Alawaida², K. Ramulgon¹, A.A. Alenizi¹

¹ Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

² American University of Madaba (AUM), Madaba, Jordan

Abstract. Transforaminal endoscopic hernia removal is currently one of the most effective and relatively safe methods of treating an intervertebral hernia of the lumbosacral spine. In the current study we aim to evaluate the effectiveness of transforaminal endoscopic discectomy in combination with puncture nucleoplasty as a surgical protocol to treat hernias of the lumbosacral spine. 87 patients (43 men and 44 women) aged 19 to 62 years were enrolled in our study and underwent proper evaluation. The duration of follow-up in the postoperative period averaged 18.7 ± 6 months (from 7.2 to 28 months). To assess the clinical effectiveness of the performed surgical interventions, the dynamics of the pain syndrome was analyzed using a visual analogue scale (VAS). Patient status, pain and disability were assessed using Oswestry Disability Index (ODI). Postoperative complications were also analyzed to evaluate the results of the operation. Moreover, objective criteria were used to assess the level of pain and the degree of disability. All patients showed a decrease in pain intensity and an improvement in the vital signs. Long follow up for ODI within six months after the operation showed a significant decrease by two to three times. Due to the lack of similar studies (endoscopy plus nucleoplasty), the results of our work were compared with the results of endoscopic hernia removal without nucleoplasty. However, in the evaluated patients, some intra- and postoperative complications were observed. In conclusion, the use of puncture nucleoplasty as the second stage of minimally invasive hernia removal of muscle tension dysphonia (MTD) is an effective treatment method, significantly reducing the recurrence rate of the disease.

Key words: transforaminal endoscopic, puncture nucleoplasty, hernia of the lumbosacral spine

Authors contributions. Al Bawareed O.A. — literature review. Abakirov M.D. — writing the text; Mamyrbayev S.T., Panin M.A., Nurmukhametov R.M., Alenizi A.A. — statistical data processing; Abdrakhmanov R.R. — collection and processing of materials; Alawaida W., Ramulgon K. — concept and design of the research.

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

Received 10.05.2020. Accepted 08.06.2020

For citation: Abakirov M.D., Al-Bawareed O.A., Mamyrbayev S.T., Panin M.A., Nurmukhametov R.M., Abdrakhmanov R.R., Alawaida W., Ramulgon K., Alenizi A.A. Clinical evaluation for the transforaminal endoscopic hernia of the intervertebral disc of the lumbosacral spine with puncture nucleoplasty. *RUDN Journal of Medicine*. 2020; 24 (3): 227—236. DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-227-236

По данным современных литературных источников, около 80 % людей в течение жизни перенесли по крайней мере один эпизод боли в пояснице с наличием или отсутствием боли в нижних конечностях [1]. До 70 % людей хотя бы раз в жизни испытывали такую боль в спине, которая заставила их обратиться к невропатологу, а 19 % из обратившихся были вынуждены прибегнуть к операции из-за отсутствия ощутимого эффекта от консервативной терапии [2, 3]. У 5—10 % пациентов боль в пояснице обусловлена грыжами межпозвонковых дисков и в 43 % случаев сопровождается радикулопатией и ишиасом [4]. Число пациентов, имеющих грыжу межпозвонкового диска, увеличивается во всем мире, в том числе за счет лиц молодого возраста.

В настоящее время одним из наиболее эффективных и в то же время сравнительно безопасных методов лечения межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника является эндоскопическое удаление [5].

В истории развития спинальной эндоскопии важную роль сыграл американский ортопед иранского происхождения Р. Камбин. Еще в 1973 году он начал применение заднебокового доступа к смежному межпозвонковому диску (МПД), используя при открытом вмешательстве канюлю для биопсии. За счет применения данной методики механически удалялась часть пульпозного ядра. С середины 80-х годов прошлого столетия Р. Камбин разработал оригинальный инструмент для осуществления пункционного доступа к МПД. Он также описал зону безопасного входа в МПД, которая с тех пор носит его имя — «треугольник Камбин’а». В 90-х годах тем же автором была предложена методика, благодаря которой стало возможным применение эндоскопической дискэктомии и эндоскопического заднего межтелового спондилодеза; был разработан и внедрен в клиническую практику оригинальный

порт для интерламинарного доступа. В 1996 году ученым разработаны принципы эндоскопической декомпрессии при лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала [6, 7]. Таким образом, в хирургическую практику были внедрены эндоскопические методы удаления межпозвонковых грыж, среди которых для лечения грыж на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника применяется чрескожная трансфораминальная эндоскопическая поясничная дискэктомия (Percutaneous Transforaminal endoscopic lumbar discectomy — PTELD). PTELD обладает особенностями и преимуществами минимально инвазивного лечения, включая небольшой разрез, незначительную кровопотерю, атравматичность и, как следствие, раннюю реабилитацию. PTELD не нарушает структуру позвоночного канала, не влияет на стабильность позвоночника и не приводит к значительному послеоперационному фиброзу в позвоночном канале [8, 9]. Несмотря на очевидные преимущества, PTELD имеет и свои недостатки, в частности, это — достаточно высокая частота рецидивов грыжи (от 10,9 % и до 13,9 %) после такого хирургического вмешательства [10].

Установлено, что причиной рецидивов межпозвонковой грыжи являются микроразрывы фиброзного кольца.

В связи с этим представляется актуальным поиск путей снижения частоты рецидивов грыжи. Одним из методов, который может быть использован для профилактики рецидива, может явиться нуклеопластика в качестве второго этапа малоинвазивной хирургии межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника. Механизм действия пункционной нуклеопластики заключается в припаивании грыжевого отверстия в фиброзном кольце. Кроме того, воздействие на диск радиочастотной энергией позволяет блокировать повторное пролабирование по причине склеротических изменений. В настоящее время ну-

клеопластика (чрескожная декомпрессия поясничного диска) — это самостоятельная минимально инвазивная процедура, которая применяется для лечения симптоматических грыж поясничного диска [11, 12].

Цель. Целью данного исследования явилась оценка эффективности трансфораминальной эндоскопической дискэктомии в комбинации с пункционной нуклеопластикой в лечении грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Материалы и методы

Проведение данного исследования было одобрено этическим комитетом кафедры травматологии и ортопедии РУДН. До начала исследования у всех пациентов было получено информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и обработку персональных данных.

В качестве основного критерия включения в исследование принималось наличие симптоматических первичных грыж межпозвонковых дисков у пациентов на уровне поясничного отдела позвоночника, на фоне неэффективности консервативного лечения. К критериям исключения относилось наличие дегенеративного стеноза позвоночного канала, спондилолистеза, деформации позвоночника. Всем пациентам, включенным в исследование, было проведено хирургическое вмешательство на одном уровне.

Были оценены результаты эндоскопической дискэктомии с нуклеопластикой у 87 пациентов (43 мужчины и 44 женщины) в возрасте от 19 до 62 лет. Длительность наблюдения в послеоперационном периоде составила в среднем $18,7 \pm 6$ месяцев (от 7,2 до 28 месяцев).

Исходя из данных анамнеза заболевания и дооперационных МРТ, анализировались следующие факторы: вид и локализация грыжи МПД по рекомендациям Американской ассоциации нейрорадиологов, степень дегенерации оперируемого МПД по С.В. Pfirrman, степень дегенеративных изменений костной ткани в оперируемом и смежных сегментах по М.Т. Modic. Дополнительно выполнялась оценка спондилографии пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Чаще всего отмечалась локализация грыжи на уровне L4-L5 и L5-S1 (48 % и 36 %, соответствен-

но), на уровне L3-L4 — у 10 %, на уровне L2-L3 — у 5 %, отмечен всего 1 случай (1,1 %) расположения грыжи на уровне L1-L2. По виду грыж относительно позвоночного канала и корешковых отверстий выделялись: срединные, заднебоковые, фораминальные, экстрафораминальные грыжи дисков (табл. 1).

Таблица 1
Виды грыж МПД относительно позвоночного канала

Types of hernias MTD relative to the spinal canal		
	N пациентов N of patients	%
Срединная medial	10	11
Заднебоковая Posterolateral	46	53
Фораминальная Foraminal	23	26
Экстрафораминальная Extraforaminal	8	10

Степень тяжести дегенерации дисков по Pfirrman [12] от I до V степени представлена на диаграмме (Рис. 1). У большинства пациентов отмечалась III и IV степень дегенеративных изменений (36,8 % и 42,5 %, соответственно). Изменения тел позвонков, смежных с поврежденными дисками, оценивались при исследовании МРТ на предоперационном этапе: отмечено 8 случаев (9,1 %) изменений Modic 1 и 12 пациентов с признаками изменений Modic 2 (13,7 %) [13].

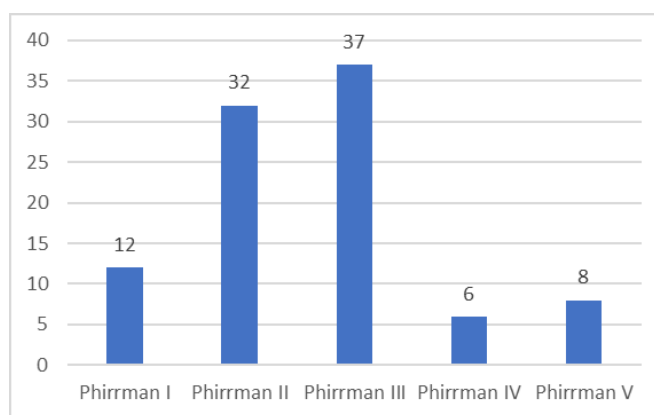


Рис. 1. Степень тяжести дегенеративных изменений дисков по Pfirrman у пациентов настоящего исследования

Fig. 1. The severity of degenerative disc changes by Pfirrman in patients of this study

Техники операции. Всем пациентам было проведено хирургическое лечение. Проведение эндоскопического вмешательства осуществлялось с применением комбинированной эндотрахеальной анестезии в положении пациента на животе на раме Wilson. После выполнения предварительной разметки операционного поля под флуороскопическим контролем определялась оптимальная траектория проведения инструментов. Хирургический доступ выполнялся на расстоянии 12—14 см от линии остистых отростков на уровне L5-S1, 10—12 см — на уровне L4-L5, от 6 до 8 см на вышележащих уровнях. В процессе планирования доступа учитывалась локализация грыжевого выпячивания в прямой проекции. В случае каудальной миграции грыжи и (или) латеральное ее расположения, траектория доступа в коронарной плоскости была более “крутой”. При краниальной миграции и (или) медиальной локализации грыжи выбиралась более “пологая” траектория. В боковой проекции линия

доступа отображалась как пересечение задне-верхнего края тела нижележащего позвонка. Пункционная игла, гибкий проводник, дилататоры и рабочая канюля были установлены под контролем С-дуги как в прямой, так и в боковой проекциях. Установка дилататора выполнялась сквозь межпозвонковое отверстие до момента соприкосновения с МПД. Соприкосновения инструмента и МПД должно произойти в позвоночном канале субартикулярной зоны вдоль медиальной педикулярной линии.

После установки дилататоров на участок верхнего суставного отростка того позвонка, который был нижележащим, применяли корончатые фрезы для краевой резекции кости. На завершающем этапе обеспечения доступа осуществлялась установка рабочей канюли. При этом последнее действие проводилось строго трансфораминальным способом через позвоночный канал, а не в МПД. Внешний вид этой процедуры показан на рис. 2.

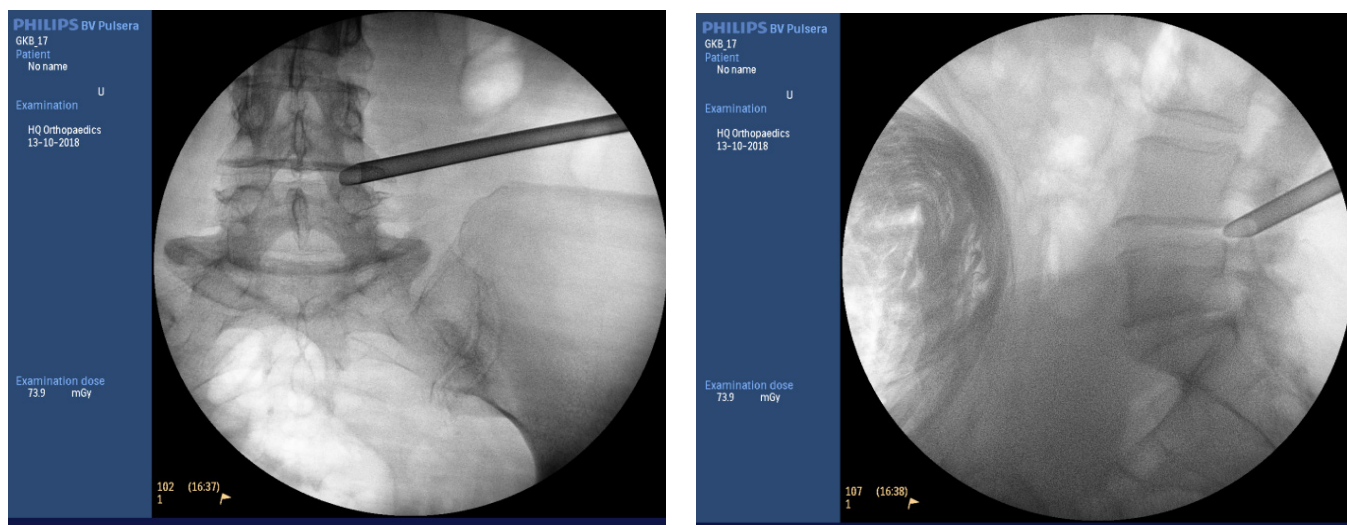


Рис. 2. Положение дилататоров в прямой проекции и боковой проекции

Fig. 2. The position of the dilators in direct projection and lateral projection

Для дополнительного расширения межпозвонкового отверстия под визуальным контролем использовалась эндоскопическая шейверная система с алмазным бором. После установки фораминскопа проводилась ревизия эпидурального пространства с удалением свободных фрагментов и (или) МПД.

Также проводилась ревизия полости МПД. Для осуществления пункционной нуклеопластики применялся электрод с изогнутой канюлей марки 17G, Cosman Medical (рис. 3). Установка электрода проводилась сквозь тубус эндоскопа в область задних отделов фиброзного кольца со стороны грыжи МПД.

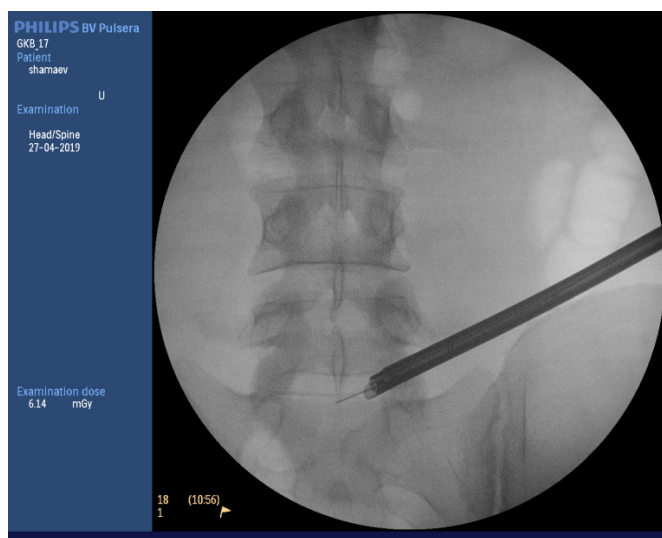


Рис. 3. Установка электрода через тубус

Fig. 3. Installing an electrode through a tube

Выполнение процедуры нуклеопластики проводилось с помощью аппарата G4 (Cosman Medical). При этом выполнялся контролируемый нагрев ткани диска до 42 °С в течение 4 мин. Гемостаз выполнялся с использованием биполярной коагуляции. Рана закрывалась при помощи одиночного шва (рис. 4).

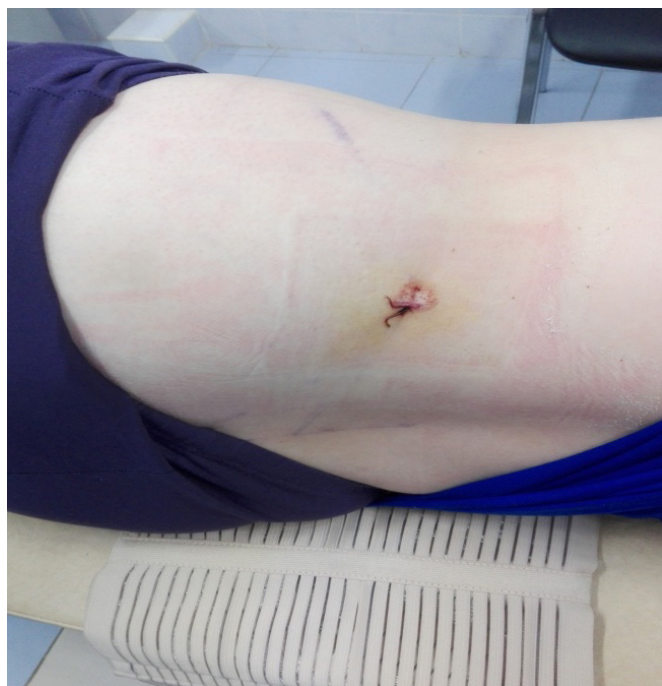


Рис. 4. Внешний вид после ушивания раны

Fig. 4. Appearance after wound closure

Выписка пациентов проводилась на следующий день после операции.

Исходы лечения. Для оценки клинической эффективности выполненных оперативных вмешательств динамика болевого синдрома была проанализирована при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Состояние пациентов, болевой синдром и степень нарушения жизнедеятельности были оценены по индексу Освестри (ODI).

Оценка состояния пациентов осуществлялась до операции, через три месяца после операции, а также спустя полгода после нее.

Для оценки результатов операции также были проанализированы следующие послеоперационные осложнения: повреждение твердой мозговой оболочки (ТМО), повреждение нервного корешка, нарастание неврологического дефицита, необходимость конверсии эндоскопического вмешательства на открытое, необходимость проведения повторной операции в связи с рецидивом грыжи в срок до 3 месяцев после первичной.

Клинический пример. Пациентка 32 года. D.S Секвестрированная грыжа на уровне L4-L5 позвонка. Радикулопатия L5 слева. По данным МРТ, была выявлена секвестрированная грыжа L4-L5 (рис. 5). ВАШ-7—8 б, ODI –41 %.

По описанной выше методике было проведено трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонкового диска с пункционной нуклеопластикой (рис. 6).

Через 6 месяцев после операции интенсивность болевого синдрома значительно снизилась (ВАШ 3—4 б, ODI –14 %). На рисунке 7 представлены результаты МРТ данной пациентки.

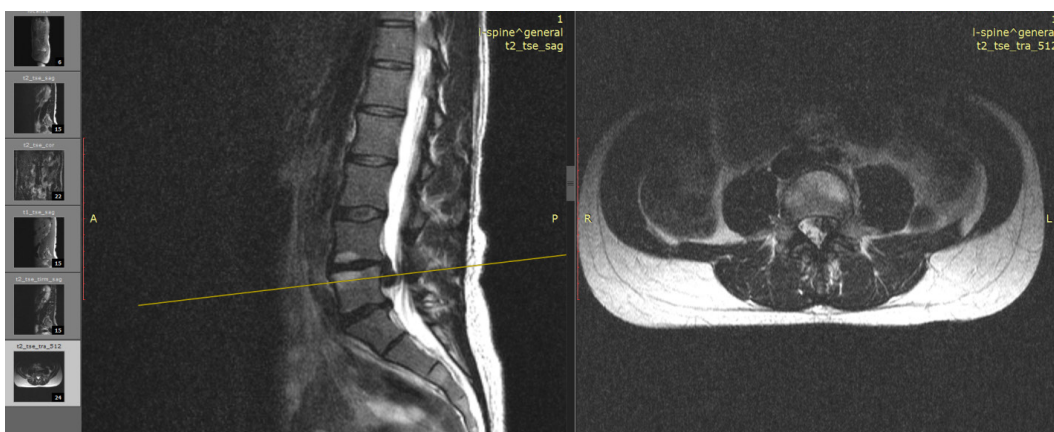


Рис. 5. МРТ картина, секвестрированная L4-L5 грыжа до операции
Fig. 5. MRI picture sequestered by L4-L5 hernia before surgery

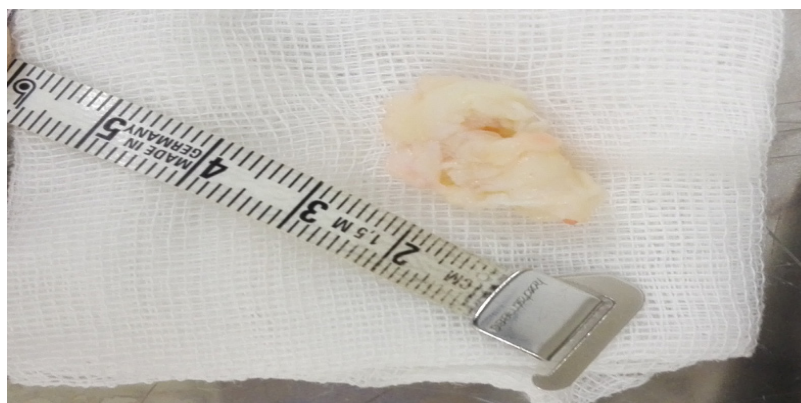


Рис. 6. Удаленная грыжа размером 2 см
Fig. 6. Remote hernia 2 cm in size

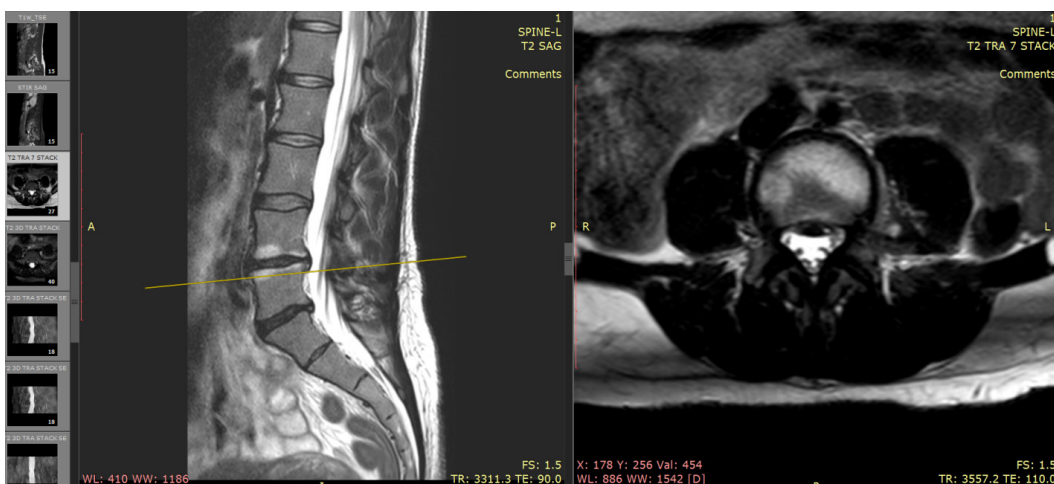


Рис. 7. Данные МРТ через 6 месяцев после операции
Fig. 7. MRI data 6 months after surgery

Результаты и обсуждение

До сегодняшнего дня результаты эндоскопического удаления грыжи с нуклеопластикой не оценивались. В настоящем исследовании рассмотрена эффективность данного метода у 87 больных. В первую очередь оценивались субъективные критерии — уровень болевого синдрома и степень нарушения жизнедеятельности.

У всех пациентов отмечено снижение интенсивности болевого синдрома и улучшение параметров жизнедеятельности. Показатели ВАШ в течение полугода после операции снизились более чем вдвое, ODI — втрое (табл. 2).

Таблица 2

Динамика болевого синдрома (ВАШ) и степень нарушения жизнедеятельности (ODI) после эндоскопического удаления грыжи с нуклеопластикой

Table 2

Dynamics of pain syndrome (VAS) and the degree of disability (ODI) after endoscopic removal of a hernia with nucleoplasty

	До операции Before surgery	3 месяца после операции 3 months after surgery	P	6 месяцев после операции 6 months after surgery	P
	(n = 87)	(n = 87)		(n = 87)	
ВАШ VAS	6,0 ± 0,7	3,4 ± 0,6	<0.05	2,6 ± 1,0	<0.05
ODI	51,5 ± 7,5	24,7 ± 8,0		17,6 ± 2,9	

Вследствие отсутствия аналогичных исследований (эндоскопия плюс нуклеопластика) результаты нашей работы сопоставлялись с результатами эндоскопического удаления грыжи без нуклеопластики. При сопоставлении результатов субъективной оценки состояния больных после операции в настоящем исследовании с данными литературы.

По данным Chan WB Peng, при оценке эффективности эндоскопического хирургического лечения грыж МПД поясничного отдела у 55 пациентов интенсивность боли (по ВАШ) через 6 месяцев после операции снизилась с 7,6 до 3,1, что соответствует полученным нами результатам (с 6,0 до 2,6) [13,14]. Тем же автором отмечено повышение удовлетворенности пациента результатами операции в 4 раза, в нашем исследовании — в 3 раза.

В данной выборке пациентов наблюдались некоторые интра- и послеоперационные осложнения. Повреждения нервного корешка с нарастанием неврологического дефицита было отмечено у двух пациентов. Выполнение конверсии доступа (с эндоскопического на открытый) проводилось при неполноценной декомпрессии корешка, в результате эндоскопии (2 наблюдения). В одном случае конверсия оказалась неоправданной, так как при открытом вмешательстве компрессия корешка не была выявлена. Во втором наблюдении конверсия была обусловлена анатомическими особенностями переходного позвонка L6.

Такие осложнения являются характерными для эндоскопического удаления грыжи МПД. Частота повреждения корешка по данным метанализа (более 10000 операций), проведенного Bin Zhu et al., колеблется от 1 до 6,7 %, в нашем исследовании — 1,1 %. Что касается интраоперационной конверсии, то по данным того же автора необходимость в ней возникает в 4,7—7,0 % наблюдений; в настоящем исследовании 2,3 %. Следует отметить, что указанные выше осложнения связаны исключительно с эндоскопическим этапом операции, а не с нуклеопластикой. Эффективность нуклеопластики следует оценивать по частоте рецидивов грыж МПД и, следовательно, необходимостью повторного вмешательства.

Ни в одном из наблюдений нами не было отмечено рецидива грыжи межпозвонкового диска. По данным доступной литературы, частота рецидивов составляет от 2,8 до 5 %.

Необходимость в повторной операции через 12 месяцев после первичной, по данным Kim SN et al., составила 7,4 % [15, 16]. В нашем исследовании повторное хирургическое вмешательство потребовалось в 2 раза реже — 3,4 % (3 пациента), причем во всех трех случаях показанием к повторной операции послужило неполное удаление грыжи в результате эндоскопии, а не рецидив грыжи. Причиной неполного удаления грыжи явился неадекватный выбор эндоскопического доступа к позвоночному каналу, что привело к сохранению подсвязочного и (или) секвестрированного компонента грыжи МПД.

Выводы

Применение пункционной нуклеопластики в качестве второго этапа малоинвазивного удаления грыжи МПД является эффективным методом лечения, значительно снижая частоту рецидивов заболевания.

Библиографический список

1. Арджун С. Результаты микроэндоскопической дискэктомии и чрескожной трансфораминальной эндоскопической дискэктомии для лечения грыжи поясничного диска: сравнительное ретроспективное исследование. *Азиатский позвоночник*. 2015. № 9 (6). С. 833—840.
2. Шевелев И.Н. Использование эндоскопической дискэктомии по Дестандо при проведении грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 1. 2008 (51—57).
3. Кокина М.С. Филатова Е.Г. анализ причин неудачного хирургического лечения пациентов с болью в спине. *Клиническая медицина*. 2011.1—57).
4. Kambin P. History of the surgical treatment of herniated discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery in Kambin P (ed.): *Arthroscopic and endoscopic spinal surgery*. ed. 2. Totowa: Humana Press Inc. 2005.1—27.
5. Sak L.D., Zubairov E. Kh., Kozel A.I. Percutaneous endoscopic nucleotomy of lower lumbar dics: a review of literature. *Spinal Surgery*. 2005; (1):74—84.
6. Li K., Gao K., Zhang T., Lv C.L., Comparison of percutaneous transforaminal endoscopic lumbar dissection with a unilateral and bilateral approach for L3/4 or L4/5 lumbar disc herniation with bilateral symptoms: technical notes and a prospective randomized study. *Eur. Spine J*. 2019. Nov 16. 33—52. doi: 10.1007/s00586—019—06210-y
7. Продан А.И., Сиренко А.А. Колесниченко В.А. Денервация суставов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2005; (3): 78—86.
8. Firmann V.V., Metzdorf A., Zaneti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of the lumbar intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Sep 1;26(17):1873—8. doi: 10.1097/00007632—200109010—00011.
9. Modik M.T., Steinberg P.M., Ross J.S., Masaryk T.J., Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J*. 1988.166 (part 1):193—9.
10. Kim C., Chung K.K., Park S.S., Choi B., Kim M.J., Park B.J. The frequency of reoperations after surgery for a hernia of the lumbar intervertebral disc: a nationwide cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013.38 (7):581—90.
11. Третьяк Д.Э. Анализ эффективности комбинированного лечения болевых синдромов остеохондроз позвоночника. *Клиническая медицина*. 2010. № 3. С.136—139.
12. Бульценок Г.Г. Эндоскопическая трансфораминальная дискэктомия у живых пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Санкт-Петербург. Автореферат ... дис. канд. мед. наук 2018. 164 с.
13. Волков И.В. Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии по поводу грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2017. 23 (3). С. 32—42.
14. Толумбаева Н.С. Грыжа диска позвоночника: диагностика и лечение. *Журнал клинической медицины*. 2011. № 3. С. 31—44.
15. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy. *Arthroscopy J*. 1992 8:287—295.
16. Sony O., Ognenni S., Kaliperumal, Chandrasekaran, Kassim A., O'Sullivan M. The result of nucleoplasty in patients with Korean pain and lumbar intervertebral disc J Nat Sci Biol Med. 2013 January.4 (1).187—190.
17. David F. Fardon. The nomenclature and classification of the pathology of the intervertebral discs of the spine. Recommendations from joint target groups of the North American Vertebrological Society. *American Society of Spine Radiology and American Society of Neuroradiologists. Spine*. 2001. 26(5): E93—E113
18. Pfirrmann S.V., Pfirrmann V.U., Metzdorf A.A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar degeneration of the intervertebral disc *Spine. spinal J*. 2001; 17: 1873—1878.
19. Modic. M.T., Stenberg, P.M. Roz, J.S., Masaruk, T. Zh. and Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J*. 1988;166(1 Pt 1):193—9. doi: 10.1148/radiology.166.1.3336678.
20. Chan V.B. Peng. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: clinical and quality life outcomes with a minimum of 2-year follow-up. *J. Orthop Surg Res*. 2009. 4—20.
21. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярко К.А. Сравнительный анализ результатов холодной плазменной нуклеопластики и радиочастотной аннулопластики. *Травматология и ортопедия России*. 2018. № 24 (2). С. 49—58.

References

1. Arjun S. Results of microendoscopic discectomy and percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for the treatment of lumbar disc herniation: a comparative retrospective study *Asian spine*. 2015;9 (6):833—840. (In Russ.)
2. Shevelev I.N. The use of endoscopic discectomy according to Destando when performing hernias of the intervertebral discs of the lumbar spine. *Spinal surgery* 2008;1:51—57. (In Russ.)
3. Kokina M.S. Filatova E.G. analysis of the reasons for the unsuccessful surgical treatment of patients with back pain. *Clinical Medicine*. 2011.1—5. (In Russ.)
4. Kambin P. History of the surgical treatment of herniated discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery in Kambin P (ed.): *Arthroscopic and endoscopic spinal surgery*. ed. 2. Totowa: Humana Press Inc. 2005.1—27.
5. Sak L.D., Zubairov E. Kh., Kozel A.I. Percutaneous endoscopic nucleotomy of lower lumbar dics: a review of literature. *Spinal Surgery*. 2005;1:74—84.

6. Li K1, Gao K, Zhang T, Lv CL, Comparison of percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy with a unilateral and bilateral approach for L3/4 or L4/5 lumbar disc herniation with bilateral symptoms: technical notes and a prospective randomized study. *Eur Spine J.* 2019 Nov 16. 33—52. doi: 10.1007/s00586—019—06210-y
7. Prodhan A.I., Sirenko A.A., Kolesnichenko V.A. denervation of the joints of the spine. *Surgery of the spine.* 2005;3:78—86. (In Russ.)
8. Firmann V.V., Metzdorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of the lumbar intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001 Sep 1;26(17):1873—8. doi: 10.1097/00007632—200109010—00011.
9. Modik M.T., Steinberg P.M., Ross J.S., Masaryk T.J., Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J.* 1988.166 (part 1):193—9.
10. Kim C., Chung K.K., Park S.S., Choi B., Kim M.J., Park B.J. The frequency of reoperations after surgery for a hernia of the lumbar intervertebral disc: a nationwide cohort study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013.38 (7):581—90.
11. Tretyak D.E. Analysis of the effectiveness of the combined treatment of pain syndromes of spinal osteochondrosis. *Clinical Medicine.* 2010;3:136—139. (In Russ.)
12. Bulyshchenko G.G. Endoscopic transforaminal discectomy in living patients with degenerative-dystrophic diseases of the lumbar spine. St. Petersburg. *PhD Thesis.* 2018.164 p. (In Russ.)
13. Volkov I.V. Results of transforaminal endoscopic discectomy for herniated discs of the lumbosacral spine. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2017.23 (3).32—42.
14. Tolumbaeva N.S. Spinal hernia diagnosis and treatment. *Journal of Clinical Medicine.* 2011;3: 31—44.
15. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy. *Arthroscopy J.* 1992;8:287—295.
16. Sony O., Ognenni S., Kaliperumal, Chandrasekaran, Kassim A., O’Sullivan M. The result of nucleoplasty in patients with Korean pain and lumbar intervertebral disc. *J. Nat. Sci. Biol. Med.* 2013;4 (1):187—190.
17. David F. Fardon. The nomenclature and classification of the pathology of the intervertebral discs of the spine. Recommendations from joint target groups of the North American Vertebral Society. American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiologists. *Spine.* 2001. 26(5): E93—E113.
18. Pfirrmann S.V., Pfirrmann V.U., Metzdorf A.A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar degeneration of the intervertebral disc *Spine.* *Spinal J.* 200;17: 1873—1878.
19. Modic. M.T., Stenberg, P.M. Roz, J.S., Masaruk, T. Zh. and Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J.* 1988;166 (1 Pt 1):193—9. doi: 10.1148/radiology.166.1.3336678.
20. Chan V.B. Peng. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: clinical and quality life outcomes with a minimum of 2-year follow-up. *J. Orthop Surg Res.* 2009. 4—20.
21. Volkov IV, Karabaev I. Sh., Ptashnikov D.A., Konovalov N.A., Poyarkov K.A. Comparative analysis of the results of cold plasma nucleoplasty and radiofrequency annuloplasty. *Traumatology and orthopedics.* 2018;2(2):49—58. (In Russ.)

Ответственный за переписку: Аль Баварид Омар Абед Аль Хафез Мофлех — аспирант кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов, 117198, ул. Миклухо-Маклая, д. 8. г. Москва, Россия. E-mail: alomar442@mail.ru.

О.А. Аль Баварид SPIN: 5383—0659, ORCID: 0000—0001—9119—0089

Абакиров М.Д. SPIN: 5099—0493, ORCID: 0000—0002—5842—5904

Мамырбаев С.Т. SPIN: 6830—5021, ORCID0000—002—3829—8217

Панин М.А. SPIN: 5834—3500, ORCID0000—0001—5738—0524

Нурмухаметов Р.М. SPIN: 8627—7363, ORCID: 0000—0001—9542—2430

Абдрахманов Р.Р. SPIN: 3297—0293, ORCID0000—002—5418—3624

Алавайда В. ORCID: 0000—0003—3095—2224

Рамулгон К. ORCID: 0000—0002—8534—3343

Аленизи А.Р. ORCID: 0000—0002—7436—6274

Corresponding author: Al-Bawareed Omar Abed Al-hafez Mofleh — graduate student, Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples’ Friendship University of Russia, 117198, st. Miklukho-Maklaya, 8. Moscow, Russia. E-mail: alomar442@mail.ru.

Al-Bawareed O.A. ORCID: 0000—0001—9119—0089

Abakirov M.D. ORCID: 0000—0002—5842—59040089

Mamyrbaev S.T. ORCID: 0000—002—3829—8217

Panin M.A. ORCID: 0000—0001—5738—0524

Nurmukhametov R.M. ORCID: 0000—0001—9542—2430

Abdrakhmanov R.R. ORCID: 0000—002—5418—3624

Alawaida W. ORCID: 0000—0003—3095—2224

Ramulgon K. ORCID: 0000—0002—8534—3343

Alenizi A.A. ORCID: 0000—0002—7436—6274