



Научная статья
УДК 616.711.6-007.55-089.2
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17574>

Сравнительный анализ эффективности пункционной и эндоскопической денервации дугоотростчатых суставов в лечении пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника

Д.А. Пташников^{1,2}, С.В. Масевнин¹, Е.Н. Лим³, С.Г. Норматов⁴

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

³ Клиника Surgemed, г. Ургенч, Узбекистан

⁴ Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, г. Ургенч, Узбекистан

Реферат

Введение. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела является наиболее тяжелой формой дегенеративно-дистрофической патологии позвоночника. Значительный возраст пациентов данного профиля, а также высокая коморбидность и низкое качество костной ткани повышают риски развития осложнений на любом этапе лечения. Принимая во внимание данные обстоятельство, специалисты продолжают поиск минимально инвазивных технических решений, способных повышать качество жизни пациентов.

Цель исследования — сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника, оперированных по методикам пункционной и эндоскопической денервации.

Материал и методы. В исследование вошли 58 пациентов: 42 (72,4%) женщины и 16 (27,6%) мужчин. Медиана возраста — 64 (60–69) года, минимальный период наблюдения — 2 года. В 28 случаях выполнена эндоскопическая денервация дугоотростчатых суставов поясничного отдела на вершине деформации с обеих сторон (группа А), в 30 случаях — пункционная радиочастотная денервация в соответствующем объеме (группа Б). Эффективность лечения была оценена на основании динамики болевого синдрома (шкала ВАШ), качества жизни пациентов (опросник ODI), а также частоты осложнений и повторных хирургических вмешательств.

Результаты. Средняя продолжительность операции и лучевая нагрузка были значимо выше при эндоскопическом вмешательстве ($p < 0,001$). В группе А было выявлено более раннее снижение болевого синдрома в спине по сравнению с группой Б ($p < 0,001$). Оценка качества жизни пациентов по ODI показала высокую степень корреляции с уровнем болевого синдрома. Значимых осложнений оперативного лечения не было выявлено ни у одного из пациентов обеих групп. Повторная денервация проводилась на протяжении двухлетнего периода наблюдения у 18 пациентов (60%) группы Б и у 2 пациентов (7,1%) группы А ($p < 0,001$). Анализ факторов, ассоциированных с эффективностью пункционной денервации, показал значимость величины деформации во фронтальной плоскости. Эффективность пункционного лечения снижалась при величине деформации 30° и более с чувствительностью 77% и специфичностью 67%.

Заключение. Более выраженное снижение интенсивности болевого синдрома в спине с сохранением эффекта на протяжении всего периода наблюдения было отмечено у пациентов после эндоскопической денервации, что, однако, сопровождалось большими продолжительностью вмешательства и лучевой нагрузкой. Низкая эффективность пункционной денервации обусловлена применением данной методики у пациентов с выраженной деформацией поясничного отдела позвоночника.

Ключевые слова: дегенеративный сколиоз, минимально инвазивное лечение, эндоскопическая денервация, пункционная денервация.

Для цитирования: Пташников Д.А., Масевнин С.В., Лим Е.Н., Норматов С.Г. Сравнительный анализ эффективности пункционной и эндоскопической денервации дугоотростчатых суставов в лечении пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(3):65-74. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17574>.

✉ Масевнин Сергей Владимирович; e-mail: drmassevnnin@gmail.com

Рукопись получена: 27.06.2024. Рукопись одобрена: 01.08.2024. Статья опубликована онлайн: 29.08.2024.

© Пташников Д.А., Масевнин С.В., Лим Е.Н., Норматов С.Г., 2024

Endoscopic and Percutaneous Denervation of Facet Joints in the Treatment of Patients with Degenerative Lumbar Deformities: Comparative Analysis

Dmitrii A. Ptashnikov^{1,2}, Sergey V. Masevnin¹, Evgeniy N. Lim³, Sarvar G. Normatov⁴

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

³ Surgemed Clinic, Urgench, Uzbekistan

⁴ Republican Research Centre of Emergency Medicine, Urgench, Uzbekistan

Abstract

Background. At present, degenerative lumbar scoliosis is considered as the severest form of degenerative diseases of the spine. As a rule, it occurs at the final stage of the disease development. Advanced age of the patients, high comorbidity and poor bone tissue quality increase risk of complications development at any stage of the treatment. All things considered, the majority of specialists continue their search for minimally invasive surgeries able to improve the life quality of patients with such pathology.

Aim of the study — comparative analysis of the surgical treatment results of patients with degenerative lumbar deformities operated using percutaneous and endoscopic denervation techniques.

Methods. The study enrolled 58 patients: 42 (72.4%) women and 16 (27.6%) men. Median age accounted for 64 (60-69) years, minimum follow-up period — 2 years. In 28 cases, we performed endoscopic denervation of the lumbar facet joints at the apex of the deformity on both sides (group A), in 30 cases — percutaneous radiofrequency denervation in the appropriate volume (group B). Evaluation of the treatment effectiveness was based on the dynamics of pain syndrome (VAS), patients' quality of life (ODI), as well as on the frequency of complications and repeated surgical interventions.

Results. Mean operative duration and radiation exposure were significantly higher in endoscopic intervention ($p < 0.001$). Group A showed an earlier reduction in back pain syndrome compared to group B ($p < 0.001$). Assessment of patients' life quality by ODI showed a high degree of correlation with the level of back pain syndrome. Significant complications of the surgical treatment were not revealed in any patient of both groups. Repeated denervation was performed during the two-year follow-up period in 18 patients (60%) of group B and in 2 patients (7.1%) of group A ($p < 0.001$). Analysis of the factors associated with the efficacy of percutaneous denervation showed the significance of deformation magnitude in the frontal plane. Efficiency of percutaneous treatment decreased at the deformity value of 30° and more with a sensitivity of 77% and specificity of 67%.

Conclusions. A more pronounced decrease in the intensity of back pain syndrome with preservation of the effect during the whole period of follow-up was noted in patients after endoscopic denervation. However, this was accompanied by a longer duration of intervention and radiation load. According to our data, low efficacy of percutaneous denervation is due to the use of this technique in patients with severe deformity of the lumbar spine.

Key words: degenerative scoliosis, minimally invasive surgeries, endoscopic denervation, percutaneous denervation.

Cite as: Ptashnikov D.A., Masevnin S.V., Lim E.N., Normatov S.G. Endoscopic and Percutaneous Denervation of Facet Joints in the Treatment of Patients with Degenerative Lumbar Deformities: Comparative Analysis. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(3):65-74. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17574>.

✉ Sergey V. Masevnin; e-mail: drmasevnin@gmail.com

Submitted: 27.06.2024. Accepted: 01.08.2024. Published Online: 29.08.2024.

© Ptashnikov D.A., Masevnin S.V., Lim E.N., Normatov S.G., 2024

ВВЕДЕНИЕ

Дегенеративный сколиоз поясничного отдела в настоящее время рассматривается как наиболее тяжелая форма дегенеративно-дистрофической патологии позвоночника, которая возникает, как правило, на заключительном этапе ее развития. Оперативное вмешательство у пациентов с дегенеративным сколиозом при соблюдении ортопедических подходов с коррекцией деформации и восстановлением физиологического профиля позвоночника зачастую сопровождается значительным числом осложнений, как возникающих во время операции, так и выявляемых на любом этапе послеоперационного периода [1, 2, 3, 4]. Значительный возраст пациентов данного профиля, а также высокая коморбидность и низкое качество костной ткани повышают риски развития осложнений на любом этапе лечения [5, 6, 7, 8]. Кроме того, высокий процент развившихся осложнений, особенно в отдаленном периоде, требует повторного хирургического вмешательства с более протяженной фиксацией на фоне возрастающих рисков развития инфекционных процессов [7, 9, 10]. Принимая во внимание данные обстоятельства, большинство специалистов продолжают поиск минимально инвазивных технических решений, способных повышать качество жизни пациентов данного профиля [11, 12, 13, 14, 15]. При этом болевой синдром является одним из наиболее значимых факторов, ассоциированных со снижением качества жизни пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника. Таким образом, интервенционное воздействие на одну из причин болевого синдрома может значимо повысить качество жизни пациентов с дегенеративным сколиозом и избежать при этом высоких рисков развития осложнений, характерных для высокотравматичного хирургического лечения [16]. Кроме того, минимально инвазивное лечение, направленное на уменьшение болевого синдрома, даже в случае временного эффекта, позволяет проводить антиостеопоротическую терапию с целью снижения рисков развития серьезных осложнений после расширенного декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства [5, 6, 7, 8, 16].

В последние годы чрескожная денервация фасеточных суставов прочно закрепилась в качестве золотого стандарта в лечении спондилоартроза [17, 18, 19]. Недавний метаанализ показал, что радиочастотная денервация имеет хорошую эффективность в течение 12 мес. в виде уменьшения боли в спине, вызванной перегрузкой и воспалением фасеточных суставов [20]. Эндоскопическая ризотомия является этапом развития чрескожной пункционной денервации [21]. Эта техника позволяет непосредственно визуализировать анатомические структуры и добиться стабильного и дли-

тельного обезболивания благодаря более полной и обширной денервации дорсальной ветви [22]. Преимущество прямой визуализации фасеточного сустава и дорсальной нервной ветви может оказаться решающим у пациентов с патологическими изменениями задних структур позвоночника вследствие дегенеративной деформации.

Цель исследования — сравнить результаты оперативного лечения пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника после пункционной и эндоскопической денервации фасеточных суставов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведенное исследование носило ретроспективный характер и заключалось в оценке результатов хирургического лечения 58 пациентов, получавших оперативное лечение в 2018–2022 гг.

В исследование вошли 42 (72,4%) женщины и 16 (27,6%) мужчин. Медиана возраста пациентов составляла 64 (60–69) года.

Критерии включения: наличие дегенеративной деформации поясничного отдела во фронтальной плоскости величиной более 10°, оперативное лечение в объеме денервации дугоотростчатых суставов, период наблюдения не менее двух лет.

Критерии исключения: наличие тяжелых сколиотических деформаций, требующих применения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, злокачественные новообразования, инфекционные заболевания позвоночника, а также хирургическое лечение, проведенное ранее по поводу данной патологии.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от проведенного оперативного лечения.

Группа А: денервация дугоотростчатых суставов посредством эндоскопической ризотомии дорсальной ветви.

Оперативное лечение пациентов в данной группе осуществлялось при помощи эндоскопического инструментария Joimax. После предварительной рентгенологической разметки в проекции основания поперечного отростка выполнялся разрез кожи длиной до 0,7 см. Кроме того, рассеклись подкожно-жировая клетчатка и фасция. Далее под рентгенологическим контролем в зону основания поперечного отростка последовательно устанавливались проводники увеличивающегося диаметра, по которым заводился тубус эндоскопа. Следующим этапом под визуальным контролем с использованием эндоскопического электрокоагулятора, распатора и ножниц проводилась денервация дугоотростчатого сустава в зоне основания поперечного отростка путем прямой ризотомии дорсальной ветви спинномозгового нерва. При

необходимости из данного доступа посредством наклона тубуса каудально или краниально в среднем на 45–60° осуществлялся доступ к ниже- или вышележащему дугоотростчатому суставу.

Группа Б: пункционная денервация дугоотростчатых суставов посредством радиочастотной абляции дорсальной ветви.

У пациентов данной группы оперативное вмешательство проводилось с использованием радиочастотного генератора Cosman 4G. Под рентгенологическим контролем на заинтересованных уровнях в проекции дугоотростчатых суставов устанавливались направляющие канюли диаметром 20G с рабочим концом 5 мм таким образом, чтобы конец данной канюли находился в центре основания поперечного отростка. Следующим этапом последовательно по данным канюлям осуществлялось введение электрода радиочастотной абляции для проведения сенсорного и моторного тестов контроля положения направляющих канюль. При необходимости под рентгенологическим контролем проводилась коррекция положения направляющих канюль (рис. 1).

В обеих группах была проведена оценка предоперационных параметров величины основной дуги деформации, измеряемой во фронтальной плоскости по методу Кобба, а также степени сагиттального дисбаланса относительно отклонения сагиттальной вертикальной оси (SVA).

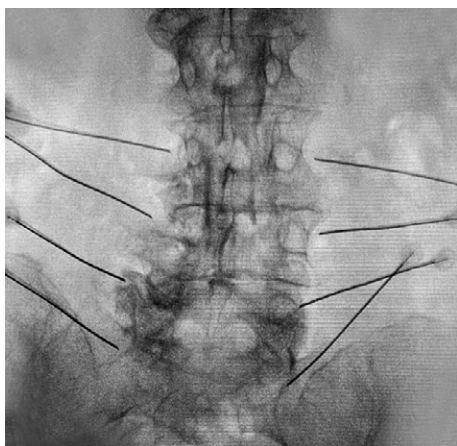


Рис. 1. Пункционная радиочастотная денервация фасеточных суставов. Рентгенологический интраоперационный контроль положения направляющих канюль

Figure 1. Percutaneous radiofrequency denervation of facet joints. Radiological intraoperative control of the position of the guiding cannulae

Оценка результатов

Результаты лечения оценивались, исходя из динамики интенсивности болевого синдрома в спине (по ВАШ) и качества жизни пациентов (по ODI). Анализ данных проводился по результатам оценочных шкал, заполняемых пациентами на контрольных осмотрах в первые 2 года после оперативного лечения.

Статистический анализ

Статистический анализ был проведен с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics v. 23. Описание числовых данных приводилось в формате: медиана (Me) [Q1; Q3]. Нормальность распределения при этом оценивалась с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Сравнительный анализ независимых переменных между группами проводился с использованием критерия Манна–Уитни, бинарные и категориальные данные оценивались при помощи χ^2 Пирсона и точного критерия Фишера. Статистическая значимость факторов, а также степень их влияния на эффективность проведенного лечения оценивалась на основании логистического регрессионного анализа. Различия между величинами определялись как статистически значимые на уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сопоставимость групп сравнения была оценена на основании распределения пациентов по полу, возрасту, средних значений индекса массы тела, величины деформации сколиотической дуги, степени нарушения сагиттального баланса и уровню болевого синдрома в спине до операции. Кроме того, оценивалось количество уровней денервации (табл. 1).

Результаты первичного анализа предоперационных значений распределения изучаемых параметров не показали статистически подтвержденных различий в группах, что позволило проводить сравнительный анализ результатов лечения.

Статистически значимые различия определялись в показателях продолжительности хирургического вмешательства и интраоперационной лучевой нагрузки. Средняя продолжительность стационарного этапа лечения после операции статистически значимо не отличалась у пациентов обеих групп (табл. 2).

Анализ динамики уровня болевого синдрома в спине показал статистически значимое уменьшение интенсивности боли через 1 мес. после эндоскопического вмешательства (группа А) и через 3 мес. после проведенного лечения в обеих группах ($p < 0,001$). Анализ более поздних результатов (3 мес. и более) показал более низкую среднюю интенсивность болевого синдрома у пациентов группы А ($p < 0,001$) (рис. 2).

Таблица 1

Характеристика пациентов в исследуемых группах

Параметр	Всего (n = 58)	Группа А (n = 28)	Группа Б (n = 30)	p
Пол:				
мужской	16 (100%)	6 (38%)	10 (62%)	0,319*
женский	42 (100%)	22 (52%)	20 (48%)	
Возраст, лет	64 [60; 69]	65,5 [63,0; 71,5]	62,5 [59,8; 68,0]	0,107**
ИМТ	29 [26,8; 31,0]	29 [27,0; 30,8]	29 [26; 31]	0,814**
Величина основной дуги деформации, град.	29,5 [20,8; 36,0]	27 [20,3; 36,0]	32 [20,8; 36,0]	0,553**
Отклонение сагиттальной вертикальной оси (SVA)	58,5 [45; 85]	57,5 [45,0; 88,8]	58,5 [48,8; 81,3]	0,932**
Болевой синдром (ВАШ)	6 [5; 7]	6 [5; 7]	6,5 [5; 7]	0,717**
Количество уровней денервации	5 [4; 5]	5 [4; 5]	5 [4; 6]	0,363**

* — χ^2 Пирсона; ** — по критерию Манна – Уитни.

Таблица 2

Анализ основных интраоперационных показателей и средней продолжительности госпитализации

Параметр	Группа А (n = 28)	Группа Б (n = 30)	p*
Продолжительность операции, мин.	70 [60; 80]	40 [30; 40]	<0,001
Лучевая нагрузка, мЗв	1 [1; 1]	3 [3; 4]	<0,001
Срок пребывания в стационаре после операции, дни	1 [1,0; 1,8]	1 [1; 1]	0,056

* — по критерию Манна – Уитни.

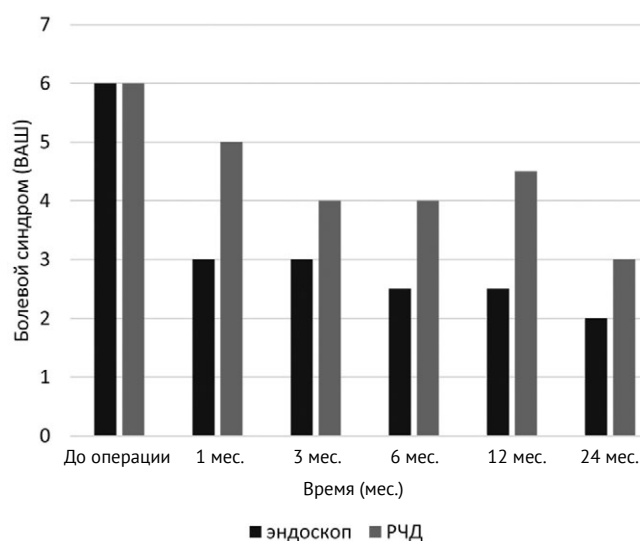


Рис. 2. Динамика болевого синдрома в спине после хирургического лечения

Figure 2. Dynamics of back pain syndrome after surgical treatment

Кроме того, за первые 3 мес. после вмешательства отсутствие снижения уровня болевого синдрома было отмечено у 8 (26,7%) пациентов после пункционной радиочастотной денервации (РЧД). У 10 (33,3%) пациентов после пункционной РЧД было отмечено незначительное (не более 1 балла по ВАШ) уменьшение интенсивности боле-

вого синдрома. При этом у пациентов группы А по результатам первых 3 мес. незначительное снижение болей отмечалось в 2 (7,1%) случаях.

Средние показатели индекса нарушения жизнедеятельности (по ODI) также имели значимую тенденцию к снижению с первого месяца после операции у пациентов группы А и с третьего месяца у пациентов группы Б ($p < 0,001$). При этом в группе Б отмечалась тенденция ухудшения качества жизни через 1 год после операции ($p < 0,001$) (рис. 3).

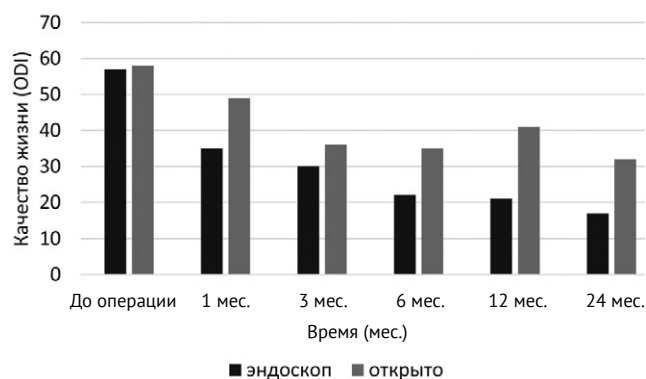


Рис. 3. Динамика качества жизни пациентов после хирургического лечения

Figure 3. Dynamics of patients' quality of life after surgical treatment

Проведенный корреляционный анализ показал наличие обратной связи высокой степени выраженности ($p = -0,762$) между интенсивностью болевого синдрома в спине и значением индекса нарушения жизнедеятельности (табл. 3).

Полученные данные могут свидетельствовать о высокой зависимости качества жизни пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника от выраженности болевого синдрома в спине.

Значимых осложнений, повлиявших на продолжительность госпитализации, а также требовавших повторного оперативного или продолжительного специфического консервативного лечения, выявлено не было. Однако анализ структуры и частоты повторных хирургических вмешательств, проведенных на протяжении двухлетнего периода наблюдения, показал значимые различия у пациентов исследуемых групп (табл. 4).

Так, повторная денервация в связи с неэффективностью первичной операции или вследствие реиннервации фасеточных суставов выполнялась

у 60% пациентов группы Б, что в 8,5 раз выше, чем в группе А. Частота декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих операций, проведенных за период двухлетнего наблюдения, значимо не отличалась в исследуемых группах.

Кроме того, с учетом высокого числа неудовлетворительных исходов лечения пациентов группы Б, нами была проведена оценка факторов, оказывающих возможное влияние на эффективность пункционной радиочастотной денервации фасеточных суставов у профильных пациентов.

В данный анализ были включены следующие факторы: пол, возраст, ИМТ, величина деформации во фронтальной плоскости, величина сагиттального дисбаланса, количество уровней денервации и исходный уровень болевого синдрома.

Анализ представленных факторов, выполненный с использованием логистической регрессии, позволил выявить значимое влияние величины деформации во фронтальной плоскости на эффективность данной методики оперативного лечения (табл. 5).

По результатам данного анализа было подтверждено влияние величины деформации во фронтальной плоскости на эффективность пункционной РЧД фасеточных суставов. При этом увеличение деформации на 1° по Коббу увеличивает риск неэффективности РЧД в 1,11 раза (или на 11%) ($p = 0,004$; ОШ 1,11; 95% ДИ 1,01–1,24).

Оценка пороговой величины деформации, при которой определялось значимое снижение эффективности пункционной РЧД, проводилась на основании построения ROC-кривой с достоверным значением $p < 0,001$ и площадью под кривой (AUC), равной 0,770 (95% ДИ 0,650–0,889) (рис. 4).

Таблица 3
Оценка взаимной корреляции факторов

Факторы		Уровень болевого синдрома	Качество жизни
Уровень болевого синдрома	Корреляция Пирсона	1	-0,762
	Значимость (двухсторонняя)	–	<0,001
Качество жизни	Корреляция Пирсона	-0,762	1
	Значимость (двухсторонняя)	<0,001	–

Таблица 4
Анализ структуры и частоты повторных оперативных вмешательств за 24 мес.

Повторная операция	Группа А (n = 28)	Группа Б (n = 30)	p*
Денервация:	2 (7,1%)	18 (60%)	<0,001
– эндоскопическая	2 (100%)	12 (66,7%)	<0,001
– пункционная РЧД	0 (0%)	6 (33,3%)	<0,001
Декомпрессия	3 (10,7%)	3 (10%)	0,929
Стабилизация	1 (3,6%)	2 (6,7%)	0,598

* – по критерию Манна–Уитни.

Таблица 5
Логистический регрессионный анализ факторов, влияющих на эффективность пункционной РЧД

Фактор	p	ОШ	95% ДИ
Пол	0,949	0,99	0,65–1,50
Возраст	0,398	0,99	0,97–1,01
ИМТ	0,412	1,64	1,58–1,72
Величина деформации	0,004	1,11	1,01–1,24
SVA	0,363	0,65	0,61–0,82
Количество уровней РЧД	0,420	0,84	0,55–1,28
Исходный болевой синдром	0,211	0,29	0,11–0,37

ОШ – отношение шансов; SVA – отклонение сагиттальной вертикальной оси.

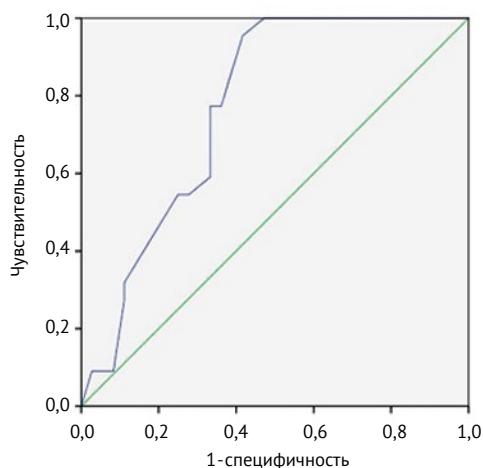


Рис. 4. ROC-кривая для показателя величины деформации

Figure 4. ROC-curve for the deformity value

При этом пороговое значение величины деформации, с которого оказывается значимое влияние на эффективность проводимой РЧД фасеточных суставов, составляет $29,5^\circ$ с чувствительностью 77% и специфичностью 67%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Дегенеративный сколиоз поясничного отдела характеризуется, как правило, выраженным болевым синдромом, усиливающимся в результате минимальной осевой нагрузки. При этом частота встречаемости болевого синдрома в поясничном отделе у пациентов с дегенеративным сколиозом достигает 90% [9, 13, 23]. Характерной особенностью данного болевого синдрома является его полиэтиологичность и рефрактерность к проводимому консервативному лечению. Основными причинами возникновения болевого синдрома в спине у пациентов с дегенеративными сколиотическими деформациями являются воспалительные дегенеративные процессы, затрагивающие поясничные фасеточные суставы и межпозвоночные диски, нестабильность позвоночно-двигательных сегментов, а также нарушение глобального баланса позвоночника с включением компенсаторных механизмов и последующим их истощением. При этом каждое из описанных патологических состояний приводит к перегрузке фасеточных суставов и, как следствие, к усилению болевого синдрома в спине [24].

Общепризнанной методикой минимально инвазивного интервенционного лечения пациентов с болевым синдромом в спине вследствие спондилоартроза на сегодняшний день является пункционная денервация дугоотростчатых суставов [19, 20]. При этом в литературных источниках

практически отсутствуют данные об эффективности данной методики в лечении пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника.

Представленное нами исследование показало, что снижение интенсивности болевого синдрома в спине происходит быстрее после эндоскопического вмешательства. При этом эффект от проведенного эндоскопическим методом лечения сохранялся на протяжении двухлетнего периода наблюдения. Также пункционная РЧД фасеточных суставов в 60% (18 пациентов) случаев показывала отсутствие эффекта или незначительное снижение болевого синдрома в спине. Кроме того, у пациентов данной группы наблюдалась отрицательная динамика в виде увеличения средних значений болевого синдрома в спине в течение 12 мес. после хирургического вмешательства. Это могло быть следствием реиннервации фасеточных суставов с возобновлением болевой активности.

Ряд авторов также связывает временный эффект РЧД с регенерацией медиальной ветви после вмешательства [20, 25, 26]. Кроме того, в некоторых анатомических исследованиях были показаны различные варианты прохождения медиальной ветви нерва, а также оссификация сосцевидно-добавочной связки (*lig. mamillo-accessorium* — MAL), что в совокупности с изменением анатомии дугоотростчатых суставов у пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника может снижать эффективность радиочастотной абляции [27, 28]. В данном случае лучшие результаты лечения могут быть получены посредством эндоскопической денервации. Так, А.М. Мереджи с соавторами в ретроспективном исследовании на основании лечения 33 пациентов с фасеточным синдромом отметили 97,4% отличных, хороших и удовлетворительных результатов после выполнения эндоскопической денервации [22]. Однако у пациентов с дегенеративными сколиотическими деформациями поясничного отдела полноценных данных об эффективности денервации дугоотростчатых суставов пункционным и эндоскопическим методом на сегодняшний день не опубликовано.

В представленном исследовании качество жизни пациентов показало высокую корреляцию с болевым синдромом в спине и фактически повторяло эту тенденцию на протяжении двухлетнего периода наблюдения. Кроме того, было выявлено, что повторная денервация фасеточных суставов после пункционной методики выполнялась в 8,5 раз чаще, чем после эндоскопического вмешательства.

Анализ причин неудовлетворительных результатов лечения пациентов методом пункционной денервации показал статистически значимое

влияние величины деформации во фронтальной плоскости на эффективность данной методики. При этом было определено пороговое значение величины деформации ($29,5^\circ$), при котором наблюдалось значимое снижение эффективности пункционной РЧД. Выявленная зависимость, по всей видимости, обусловлена техническими сложностями установки игл-проводников вследствие ротации позвонков, а также выраженной деформации и гипертрофии фасеточных суставов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Пташников Д.А. — концепция и дизайн исследования.

Масевнин С.В. — концепция исследования, проведение исследования, статистическая обработка материала, написание и редактирование текста.

Лим Е.Н. — анализ литературы, статистическая обработка материала, написание и редактирование текста.

Норматов С.Г. — анализ литературы, статистическая обработка материала, написание и редактирование текста.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Крутько А.В., Дурни П., Васильев А.И., Булатов А.В. Минимально-инвазивные технологии в хирургическом лечении дегенеративного поясничного сколиоза взрослых. *Хирургия позвоночника*. 2014;(4):49-56. Krutko A.V., Durni P., Vasiliev A.I., Bulatov A.V. Minimally invasive technologies in the surgical treatment of degenerative lumbar scoliosis in adults. *Spine Surgery*. 2014;(4):49-56. (In Russian).
2. Uribe J.S., Deukmedjian A.R., Mummaneni P.V., Fu K.M., Mundis G.M. Jr., Okonkwo D.O. et al. Complications in adult spinal deformity surgery: an analysis of minimally invasive, hybrid, and open surgical techniques. *Neurosurg Focus*. 2014;36(5):E15. doi: 10.3171/2014.3.FOCUS13534.
3. Glassman S.D., Dimar J.R. 2nd, Carreon L.Y. Revision Rate After Adult Deformity Surgery. *Spine Deform*. 2015;3(2):199-203. doi: 10.1016/j.jspd.2014.08.005.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вследствие значимой корреляции качества жизни и болей в спине минимально инвазивные методики, направленные на снижение интенсивности болевого синдрома, могут рассматриваться как перспективное направление в комплексном лечении у пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника. При этом эффективность стандартной пункционной радиочастотной денервации при наличии выраженной деформации в поясничном отделе величиной более 30° значительно ниже эндоскопического вмешательства.

DISCLAIMERS

Author contribution

Ptashnikov D.A. — study concept and design.

Masevnin S.V. — study concept, data analysis and interpretation, statistical data processing, drafting and editing the manuscript.

Lim E.N. — literature search and review, statistical data processing, drafting and editing the manuscript.

Normatov S.G. — literature search and review, statistical data processing, drafting and editing the manuscript.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

4. Михайлов Д.А., Пташников Д.А., Масевнин С.В., Смекаленков О.А., Заборовский Н.С., Лапаева О.А. и др. Результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративными деформациями и нестабильностью позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(2):15-26. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-15-26. Mikhailov D.A., Ptashnikov D.A., Masevnin S.V., Smekalenkov O.A., Zaborovsky N.S., Lapaeva O.A. et al. Results of treatment of elderly and senile patients with degenerative deformities and instability of the spine. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(2):15-26. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-15-26.
5. Wang H., Zhang Z., Qiu G., Zhang J., Shen J. Risk factors of perioperative complications for posterior spinal fusion in degenerative scoliosis patients: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):242. doi: 10.1186/s12891-018-2148-x.

6. Linzey J.R., Lillard J., LaBagnara M., Park P. Complications and Avoidance in Adult Spinal Deformity Surgery. *Neurosurg Clin N Am*. 2023;34(4):665-675. doi: 10.1016/j.nec.2023.06.012.
7. Lafage R., Bass R.D., Klineberg E., Smith J.S., Bess S., Shaffrey C. et al. Complication Rates Following Adult Spinal Deformity Surgery: Evaluation of the Category of Complication and Chronology. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2024;49(12):829-839. doi: 10.1097/BRS.0000000000004969.
8. DeWald C.J., Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(19 Suppl):S144-151. doi: 10.1097/01.brs.0000236893.65878.39.
9. Kelly A., Younus A., Lekgwara P. Adult degenerative scoliosis – A literature review. *Interdisciplinary Neurosurg*. 2020;(20):100661. doi: 10.1016/j.inat.2019.100661.
10. Wong E., Altaf F., Oh L.J., Gray R.J. Adult Degenerative Lumbar Scoliosis. *Orthopedics*. 2017;40(6):e930-e939. doi: 10.3928/01477447-20170606-02.
11. Заборовский Н. С., Денисов А. А., Михайлов Д. А. Оценка ожиданий пациентов при хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2023;20(3):34-42. doi: 10.14531/ss2023.3.34-42.
Zaborovsky N.S., Denisov A.A., Mikhailov D.A. Assessment of patient expectations during surgical treatment of degenerative diseases of the lumbosacral spine. *Spine Surg*. 2023;20(3):34-42. (In Russian). doi: 10.14531/ss2023.3.34-42.
12. Яриков А.В., Денисов А.А., Смирнов И.И. Дегенеративный сколиоз позвоночника у пациентов старшей возрастной группы: диагностика, классификация и хирургический подход. *Клиническая практика*. 2021;12(3):90-103. doi: 10.17816/clinpract66692.
Yarikov A.V., Denisov A.A., Smirnov I.I. Degenerative scoliosis of the spine in patients of the older age group: diagnosis, classification and surgical approach. *Clinical Practice*. 2021;12(3):90-103. (In Russian). doi: 10.17816/clinpract66692.
13. Passias P.G., Brown A.E., Bortz C., Pierce K., Alas H., Ahmad W. et al. International Spine Study Group. A Risk-Benefit Analysis of Increasing Surgical Invasiveness Relative to Frailty Status in Adult Spinal Deformity Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2021;46(16):1087-1096. doi: 10.1097/BRS.0000000000003977.
14. Kim H.J., Yang J.H., Chang D.G., Lenke L.G., Suh S.W., Nam Y. et al. Adult Spinal Deformity: A Comprehensive Review of Current Advances and Future Directions. *Asian Spine J*. 2022;16(5):776-788. doi: 10.31616/asj.2022.0376.
15. Patel R.V., Yearley A.G., Isaac H., Chalif E.J., Chalif J.I., Zaidi H.A. Advances and Evolving Challenges in Spinal Deformity Surgery. *J Clin Med*. 2023; 12(19):6386. doi: 10.3390/jcm12196386.
16. Ryu W.H.A., Cheong M., Platt A., Moses Z., O'Toole J.E., Fontes R. et al. Patient Satisfaction Following Minimally Invasive and Open Surgeries for Adult Spinal Deformity. *World Neurosurg*. 2021;155:e301-e314. doi: 10.1016/j.wneu.2021.08.047.
17. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А. Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвоноковых суставов поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):29-38. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.
Volkov I.V., Karabaev I.Sh., Ptashnikov D.A. Possibilities of ultrasonic navigation for radiofrequency denervation of intervertebral joints of the lumbar spine. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(4):29-38. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.
18. Гуща А.О., Герасимова Е.В., Вершинин А.В. Методы интервенционного лечения болевого синдрома при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2020;14(1):78-88.
Gushcha A.O., Gerasimova E.V., Vershinin A.V. Methods of interventional treatment of pain syndrome with degenerative-dystrophic changes in the spine. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2020;14(1):78-88. (In Russian).
19. Cohen S.P., Bhaskar A., Bhatia A., Buvanendran A., Deer T., Garg S. et al. Consensus practice guidelines on interventions for lumbar facet joint pain from a multispecialty, international working group. *Reg Anesth Pain Med*. 2020;45(6):424-467. doi: 10.1136/rapm-2019-101243.
20. Lee C.H., Chung C.K., Kim C.H. The efficacy of conventional radiofrequency denervation in patients with chronic low back pain originating from the facet joints: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Spine J*. 2017;17(11):1770-1780. doi: 10.1016/j.spinee.2017.05.006.
21. Li Z.Z., Hou S.X., Shang W.L., Song K.R., Wu W.W. Evaluation of endoscopic dorsal ramus rhizotomy in managing facetogenic chronic low back pain. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;126:11-17. doi: 10.1016/j.clineuro.2014.08.014.
22. Мереджи А.М., Орлов А.Ю., Назаров А.С., Лалаян Т.В., Сингаевский С.Б., Берснев В.П. Перкутанная полностью эндоскопическая денервация фасеточных суставов поясничного отдела позвоночника. *Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова*. 2020;12(1):31-37.
Mereji A.M., Orlov A.Yu., Nazarov A.S., Lalayan T.V., Singaevsky S.B., Bersnev V.P. Percutaneous fully endoscopic denervation of the facet joints of the lumbar spine. *Russian Neurosurgical Journal named after professor A.L. Polenov*. 2020;12(1):31-37. (In Russian).
23. Tannoury T., Haddadi K., Kempegowda H., Kadam A., Tannoury C. Role of Minimally Invasive Spine Surgery in Adults with Degenerative Lumbar Scoliosis: a Narrative Review. *Iran J Neurosurg*. 2017;3(2):39-50. doi: 10.29252/irjns.3.2.39.
24. Filippidis D.K., Kelekis A. A review of percutaneous techniques for low back pain and neuralgia: current trends in epidural infiltrations, intervertebral disk and facet joint therapies. *Br J Radiol*. 2016;89:20150357. doi: 10.1259/bjr.20150357.
25. van Wijk R.M., Geurts J.W., Wynne H.J., Hammink E., Buskens E. et al. Radiofrequency denervation of lumbar facet joints in the treatment of chronic low back pain: a randomized, double-blind, sham lesion-controlled trial. *Clin J Pain*. 2005;21(4):335-344. doi: 10.1097/01.ajp.0000120792.69705.c9.

26. Saito T., Steinke H., Miyaki T., Nawa S., Umemoto K., Miyakawa K. et al. Analysis of the posterior ramus of the lumbar spinal nerve: the structure of the posterior ramus of the spinal nerve. *Anesthesiology*. 2013;118(1):88-94. doi: 10.1097/ALN.0b013e318272f40a.
27. Georgetti L., Sims A., Focht A., Elcock J., Nixon-Cave K., Amabile A. Participation in an Advanced Anatomy Capstone Project Facilitates Student Involvement in the Development of an Instructional Tool for Novel Dissection. *Education Research International*. 2021;1-9. doi: 10.1155/2021/6681994.
28. Юрковский А.М. Межпоперечные и трансфораминальные связки: анатомический базис для лучевого диагноста (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2011;(1):15-19.
- Yurkovskiy A.M. Intertransverse and transforaminal ligaments: anatomical basis for a radiologist (literature review). *Health and Ecology Issues*. 2011;(1):15-19. (In Russian).

Сведения об авторах

✉ Масевнин Сергей Владимирович — канд. мед. наук
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,
ул. Академика Байкова, д. 8

<https://orcid.org/0000-0002-9853-7089>

e-mail: drmasevnin@gmail.com

Пташников Дмитрий Александрович — д-р мед. наук,
профессор

<https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>

e-mail: drptashnikov@yandex.ru

Лим Евгений Николаевич

<https://orcid.org/0009-0001-6774-0818>

e-mail: evgeniy.citco.urgench@gmail.com

Норматов Сарвар Гаффарбергенович

<https://orcid.org/0009-0008-3034-6631>

e-mail: sarvarnormatov0@gmail.com

Authors' information

✉ Sergey V. Masevnin — Cand. Sci. (Med.)
Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg,
195427, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-9853-7089>

e-mail: drmasevnin@gmail.com

Dmitrii A. Ptashnikov — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>

e-mail: drptashnikov@yandex.ru

Evgeniy N. Lim

<https://orcid.org/0009-0001-6774-0818>

e-mail: evgeniy.citco.urgench@gmail.com

Sarvar G. Normatov

<https://orcid.org/0009-0008-3034-6631>

e-mail: sarvarnormatov0@gmail.com