

АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОГО ФАСЕТ-СИНДРОМА ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ПО МЕТОДИКЕ ЛАЗЕРНОЙ ДЕНЕРВАЦИИ ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ

В.А. Бывальцев^{1,2}, А.А. Калинин^{1,2}, М.А. Алиев¹, А.К. Оконешикова^{1,2},
В.В. Шепелев¹, Б.Р. Юсупов¹, Б.М. Аглаков¹

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия;

² ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина», Иркутск, Россия

Резюме

Хронический болевой синдром в шейном отделе позвоночника является одной из актуальных проблем современной вертебрологии. Это связано с полиэтиологичностью формирования клинической симптоматики и наличием разнообразия хирургических методик, используемых зачастую без учета ведущего патоморфологического субстрата клинической симптоматики. Целью исследования явилось проведение анализа клинических результатов хирургического лечения изолированного фасет-синдрома шейного отдела позвоночника методикой лазерной денервации дугоотростчатых суставов (ДС). *Материал и методы.* В исследование включено 234 пациента в возрасте 58 (53; 67) лет, у которых после провокационных проб диагностирован изолированный фасет-синдром и оперированных в период с 2013-го по 2016 г. методикой лазерной денервации ДС. Для оценки клинической эффективности использовали визуальную аналоговую шкалу боли (ВАШ), индекс нарушения дееспособности в шейном отделе позвоночника (NDI), субъективную шкалу удовлетворенности Macnab, наличие осложнений. Динамическую оценку производили в сроки в среднем через 36 месяцев после операции. *Результаты.* Установлено, что метод лазерной денервации ДС шейного отдела позвоночника является высокорезультативным при лечении пациентов с изолированным фасет-синдромом, обусловленным дегенеративными заболеваниями ДС. Клиническая эффективность подтверждена стойкой положительной динамикой по уровню болевого синдрома и функционального статуса в раннем и отдаленном послеоперационном периодах при низких рисках развития периоперационных осложнений.

Ключевые слова: шейный отдел позвоночника, дугоотростчатый сустав, спондилоартроз, фасет-синдром, лазерная денервация.

Для цитирования: Бывальцев В.А., Калинин А.А., Алиев М.А., Оконешикова А.К., Шепелев В.В., Юсупов Б.Р., Аглаков Б.М. Анализ клинических результатов хирургического лечения изолированного фасет-синдрома шейного отдела позвоночника по методике лазерной денервации дугоотростчатых суставов // Лазерная медицина. – 2020. – Т. 24. – Вып. 1. – С. 26–33.

Контакты: Бывальцев В.А.; e-mail: byval75vadim@yandex.ru

ASSESSMENT OF OUTCOMES AFTER SURGICAL TREATMENT OF AN ISOLATED FACET-SYNDROME IN THE CERVICAL SPINE USING FACET JOINT LASER DENERVATION

Byvaltsev V.A.^{1,2}, Kalinin A.A.^{1,2}, Aliyev M.A.¹, Okoneshnikova A.K.^{1,2}, Shepelev V.V.¹, Yusupov B.R.¹, Aglakov B.M.¹

¹ Irkutsk state medical University, Irkutsk, Russia;

² Clinical hospital of Russian Railways Medicine, Irkutsk, Russia

Abstract

Chronic pain in the cervical spine is one of the relevant problems of modern vertebrology. This is due to the polyetiological formation of clinical symptoms and to the variety of surgical techniques, which are often used without taking into account the leading pathomorphological substrate of clinical symptoms. *Purpose:* To analyze clinical results of surgical treatment of an isolated facet-syndrome of the cervical spine using laser denervation of facet joints (FJ). *Material and methods.* The study included 234 patients aged in average 58 (53; 67). After provocative tests, an isolated facet-syndrome was diagnosed in them. FJ laser denervation was performed in 2013–2016. A visual analogue pain scale (VAS), neck disability index (NDI), Macnab subjective satisfaction scale and complications were used for analyzing treatment efficacy. The follow-up dynamic observation lasted for 36 months, in average, after the surgery. *Results.* It has been found out that the technique of laser denervation of cervical FJ is highly effective for treating patients with an isolated facet-syndrome caused by FJ degenerative diseases. Clinical efficacy is supported by a persistent positive dynamics in terms of pain syndrome and functional status at early and late postoperative periods with low risks of perioperative complications.

Keywords: cervical spine, facet joint, spondylarthrosis, facet-syndrome, laser denervation.

For citation: Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Aliyev M.A., Okoneshnikova A.K., Shepelev V.V., Yusupov B.R., Aglakov B.M. Assessment of outcomes after surgical treatment of an isolated facet-syndrome in the cervical spine using facet joint laser denervation. *Lazernaya Medicina*. 2020; 24 (1): 26–33. [In Russ.].

Contacts: Byvaltsev V.A.; e-mail: byval75vadim@yandex.ru

Введение

На протяжении многих лет проблема диагностики и лечения дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника сохраняет свою актуальность; при этом хронический болевой синдром является одной из распространенных патологий опорно-двигательного аппарата у населения развитых стран [1–3]. Так, по статистике, в течение года 12–72% людей трудоспособного возраста испытывают боль в шее, а в 1,7–11,5% случаях

цервикалгия приводит к длительной нетрудоспособности и инвалидизации [3, 4].

При дегенеративных заболеваниях позвоночника наиболее значительный удельный вес занимает поражение задних его структур – дугоотростчатых суставов (ДС) с клиническим развитием фасет-синдрома (ФС) [5, 6].

По данным литературы, за последние 10–15 лет увеличилось количество исследований, посвященных спондилоартрозу поясничного отдела позвоночника,

в то время как патогенез и клинические проявления спондилоартроза на шейном уровне являются недостаточно изученными [2–5].

По мнению ряда авторов, ФС шейного отдела позвоночника является причиной боли у 69–86% пациентов. Клинические проявления ФС характеризуются локальной болезненностью в проекции ДС с иррадиацией в затылочную и околоушную области при поражении верхнешейного отдела и иррадиацией в надплечье, плечевой сустав, плечо, надлопаточную область – при нижнешейной локализации [4, 5]. В отличие от радикулярного болевого синдрома, вызванного компрессией невралных структур, боль не должна распространяться в предплечье и в пальцы верхних конечностей. Также для ФС характерно ограничение объема движений и скованность шейного отдела позвоночника в утреннее время со снижением интенсивности болевого синдрома после физических упражнений [3, 6–8].

Одним из наиболее достоверных диагностических критериев для верификации истинного ФС является проведение диагностической блокады ДС в области пораженного сегмента, включая смежные выше- и нижележащие ДС, растворами стероидных препаратов [3]. Выявляемый при этом регресс болевого синдрома служит подтверждением диагноза ФС [5–6].

На сегодняшний день существуют методы лечения дегенеративных заболеваний ДС шейного отдела позвоночника, зависящие от патогенеза и клинических проявлений заболевания [9]. Так, при некомпрессионных болевых синдромах шейного спондилоартроза применяется консервативная терапия, включающая использование нестероидных противовоспалительных средств, физиотерапевтических методик и паравerteбральных блокад с глюкокортикостероидами. К минимально-инвазивным хирургическим вмешательствам лечения ФС на шейном уровне относят чрескожную лазерную, радиочастотную и химическую денервации ДС [10].

Такие вмешательства приобрели большую популярность в последние два десятилетия, при этом их интенсивное внедрение в хирургической практике обусловлено тем, что указанные манипуляции могут быть использованы в качестве альтернативы открытого

хирургического вмешательства у пациентов с высоким операционным риском [11–13].

В современных литературных источниках авторами не найдено информации о клинических исследованиях применения методики лазерной денервации при лечении пациентов с изолированным ФС шейного отдела позвоночника, что обуславливает новизну данного исследования.

Цель исследования: провести клинический анализ результатов оперативного лечения изолированного фасет-синдрома шейного отдела позвоночника методикой лазерной денервации дугоотростчатых суставов.

Материал и методы

Проведено продольное проспективное одноцентровое нерандомизированное исследование. Изучены результаты хирургического лечения 234 пациентов, оперированных в центре нейрохирургии ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Иркутска с января 2013 г. по декабрь 2016 г. Во всех случаях после осуществления пункционных тестовых проб (пункция МПД с введением водорастворимого йодсодержащего контраста («Ультравист», Германия) и воздействия на область ДС радиочастотным генератором в режиме стимуляции (Cosman RFG-1A, Germany) верифицирован изолированный ФС.

Пациенты проходили комплексное дооперационное клиническое и инструментальное обследование: неврологический осмотр, шейную спондилографию в двух проекциях и с функциональными пробами в вертикальном положении, нейровизуализационные методы исследования – магнитно-резонансную томографию (МРТ) – 1,5 T Magnetom Siemens Essenzal, мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) – Bright Speed Edge (4 спирали), General Electric (США).

При отсутствии положительного эффекта от консервативного лечения в течение более 4 недель и при наличии клинических проявлений изолированного шейного ФС исследуемым пациентам ($n = 234$) осуществлена лазерная денервация ДС. Оперативное вмешательство проводилось в положении пациента на животе под рентгенологическим контролем (рис. 1).



Рис. 1. Интраоперационные фотографии выполнения лазерной денервации ДС: **а** – общий вид положения проводниковой иглы в проекции ДС; **б** – интраоперационная флюороскопия с определением положения проводниковой иглы при выполнении лазерной денервации правого ДС на уровне $C_{VI}-C_{VII}$; **в** – установка оптоволоконного световода к месту соединения поперечного отростка и ДС

Fig. 1. Intraoperative photographs of FJ laser denervation: **a** – general view of the position of the needle in FJ projection; **b** – intraoperative fluoroscopy for determining the position of the needle when performing laser denervation of right FJ at level $C_{VI}-C_{VII}$; **v** – insertion of a fiber optic probe to the junction of the transverse process and FJ

Лазерная деструкция медиальной ветви спинномозгового корешка проводилась излучением частотой 9 Гц и длиной 970 нм с мощностью 3 Вт в общей дозе 100 Дж под рентгенологическим контролем. Затем в область денервации вводилось 15 мг гидрокортизона и 2 мл 2% раствора лидокаина (рис. 2).

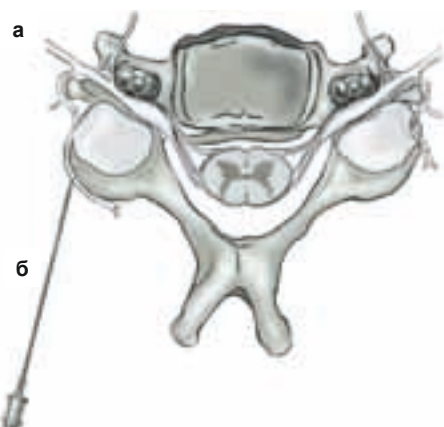


Рис. 2. Схема проведения лазерной денервации ДС: **а** – спинномозговой нерв, **б** – медиальная ветвь спинномозгового нерва

Fig. 2. Scheme of FJ laser denervation: **a** – spinal nerve, **b** – medial branch of the spinal nerve

Анализировали антропометрические и гендерные показатели (пол, возраст, индекс массы тела), а также клинические данные (уровень болевого синдрома по ВАШ, степень нарушения дееспособности по Neck Disability Index (NDI), удовлетворенность проведенной операцией по шкале Macnab). Исследование эффективности проведенного хирургического лечения проводили в катамнезе 36 (24; 56) месяцев.

Статистическая обработка результатов исследования проведена на персональном компьютере с использованием прикладных программ обработки баз данных Microsoft Excel и Statistica 8,0. Для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовали критерии непараметрической статистики, в качестве нижней границы достоверности принят уровень $p < 0,05$. Полученные результаты представлены медианой, значениями 1-го и 3-го квартилей – Me (Q_{25} ; Q_{75}). Использованы критерии непараметрической статистики: критерий Вилкоксона (W) для зависимых выборок.

Результаты

Антропометрические и гендерные характеристики исследуемых пациентов представлены в табл. 1. Среди пациентов преобладали лица мужского пола, зрелого возраста, преимущественно с избыточной массой тела.

Данные о клинических проявлениях у исследуемых пациентов показаны в табл. 2. Верифицирована преимущественно псевдорadicулярная симптоматика с местными и отраженными болевыми синдромами.

У всех пациентов на дооперационном этапе исследовали выраженность дегенеративных изменений ДС и МПД по данным МРТ на основании классификации Fujiwara A., 2000 [14] и Pfirmann C., 2001 [15] (табл. 3).

Таблица 1

Количественное распределение пациентов по антропометрическим и гендерным характеристикам

Table 1

Quantitative distribution of patients by gender and anthropometric characteristics

Признак Criteria		Пациенты Patients
Возраст, лет, Me (Q_{25} ; Q_{75}) Age, years, Me (Q_{25} ; Q_{75})		58 (53; 67)
Пол Gender	Мужской, n (%) Male, n (%)	148 (63,2)
	Женский, n (%) Female, n (%)	86 (36,8)
Индекс массы тела, кг/м ² , Me (Q_{25} ; Q_{75}) Body mass index, kg/m ² , Me (Q_{25} ; Q_{75})		25,2 (23,4; 28,1)

Примечание. n – число пациентов; Me (Q_{25} ; Q_{75}) – медиана (значение 1-го квартиля; значение 3-го квартиля).

Note. n – is the number of patients; Me (Q_{25} ; Q_{75}) – median (value of 1 quartile; value of 3 quartiles).

Таблица 2

Количественное распределение пациентов с неврологической некорешковой симптоматикой

Table 2

Quantitative distribution of patients with neurological pseudoradicular symptoms

Признак Criteria	Клинические проявления Clinical manifestations	Пациенты, n (%) Patients, n (%)
Псевдорadicулярный синдром Pseudoradicular syndrome	Местные болевые Local pain	220 (94,0)
	Отраженные болевые Reflected pain	198 (84,6)
	Миодистонические Myodystonic	120 (51,3)
	Миосклеротомные или дистрофические Myosclerotic or dystrophic	89 (38,0)

Таблица 3

Количественное распределение пациентов по степени дегенерации дугоотростчатых суставов (ДС) и межпозвонковых дисков (МПД) по нейровизуализационным данным

Table 3

Quantitative distribution of patients by degree of degeneration of facet joints (FJ) and intervertebral discs (IVD) according to neuroimaging findings

Критерии Criteria		Пациенты, n (%) Patients, n (%)
Дегенеративные изменения МПД по классификации Pfirmann C. (2001) Degenerative changes of IVD by Pfirmann C. classification (2001)	I ст. I degree	78 (33,8)
	II ст. II degree	65 (27,8)
	III ст. III degree	47 (20,1)
	IV ст. IV degree	25 (10,7)
	V ст. V degree	19 (8,1)
Дегенеративные изменения ДС по классификации Fujiwara A. (2000) FJ degenerative changes by Fujiwara A. classification (2000)	I ст. I degree	25 (10,6)
	II ст. II degree	47 (20,1)
	III ст. III degree	75 (32,0)
	IV ст. IV degree	87 (37,2)

При анализе нейровизуализационных данных установлено, что в большинстве случаев диагностирована умеренная степень дегенерации МПД – I–III ст. (81%) и значимая степень дегенерации ДС – III–IV ст. (69%).

При детализации клинических проявлений установлено, что двусторонняя симптоматика зарегистрирована у 199 пациентов (85%), при этом одноsegmentарная – в 93 (39,74%) случаях, двухsegmentарная – в 141 (60,26%) случае.

Наиболее часто манипуляции выполнялись на нижне-шейных сегментах (C_V – C_{VI} , C_{VI} – C_{VII}) – 89,3% ($n = 209$).

Параметры хирургических вмешательств и характеристики послеоперационного периода отражены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика проведенных операций и специфичность послеоперационного ведения пациентов

Table 4

Characteristics of the performed surgeries and specificity of postoperative management of patients

Критерии Criteria	Пациенты ($n = 234$) Patients ($n = 234$)
Продолжительность оперативного вмешательства, мин, Me (Q_{25} ; Q_{75}) Duration of surgery, min, Me (Q_{25} ; Q_{75})	41 (35; 46)
Объем кровопотери, мл, Me (Q_{25} ; Q_{75}) Volume of blood loss, ml, Me (Q_{25} ; Q_{75})	7 (5; 9)
Время вертикализации, мин, Me (Q_{25} ; Q_{75}) Verticalization time, min, Me (Q_{25} ; Q_{75})	95 (86; 101)
Сроки стационарного лечения, дни, Me (Q_{25} ; Q_{75}) Dates of treatment, days, Me (Q_{25} ; Q_{75})	7 (5; 8)

Примечание: Me (Q_{25} ; Q_{75}) – медиана (значение 1-го квартиля; значение 3-го квартиля).

Note: Me (Q_{25} ; Q_{75}) – median (value of 1 quartile; value of 3 quartiles).

После оперативного вмешательства отмечено значительное снижение интенсивности болевого синдрома у всех пациентов ($n = 234$). При изучении интенсивности болевых ощущений по ВАШ установлено значительное ее уменьшение с 80 (71; 87) мм до 12 (9; 20) мм при выписке и до 23 (20; 25) мм в отдаленном послеоперационном периоде ($p < 0,05$) (рис. 3).

Исследование функционального статуса по NDI показало существенное снижение индекса недееспособности в динамике: с 47 (42; 48) баллов до 16 (14; 18) при выписке и 26 (24; 28) в отдаленном послеоперационном периоде ($p < 0,05$) (рис. 4).

В среднем через 36 месяцев после операции по шкале субъективной оценки Маснав пациентами отмечены в основном отличные ($n = 96$; 41%) и хорошие ($n = 112$; 47,9%) результаты лечения, неудовлетворительных результатов не было.

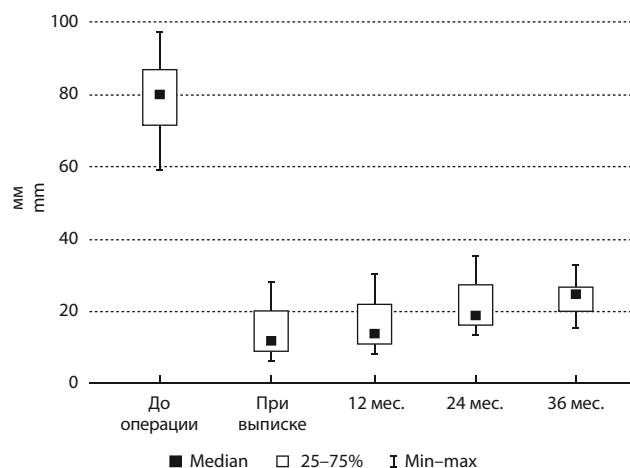


Рис. 3. Динамика показателя уровня болевого синдрома по ВАШ (0–100 мм)

Fig. 3. Dynamics of pain level by VAS (0–100 mm)

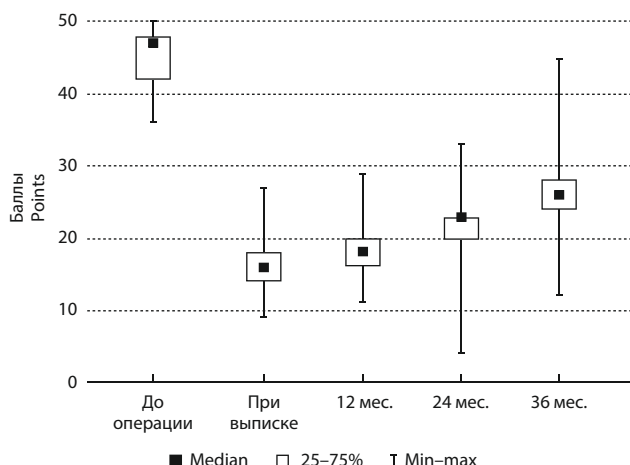


Рис. 4. Динамика показателя функционального статуса по индексу нарушения дееспособности в шейном отделе позвоночника (NDI) (0–50 баллов)

Fig. 4. Dynamics of functional status by the neck disability index (NDI) (0–50 points)

При анализе неблагоприятных исходов зарегистрированы следующие послеоперационные осложнения ($n = 6$; 2,56%): инфекция области хирургического вмешательства – у 3 пациентов, возобновление клинической симптоматики менее чем через 1 месяц – у 2 пациентов, ухудшение клинической симптоматики – у 1 пациента. Во всех случаях указанные осложнения купированы консервативными мероприятиями.

Обсуждение

Учитывая высокую актуальность проблемы хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, в настоящее время наблюдается тенденция к разработке малотравматичных, в том числе пункционных, оперативных вмешательств. Это реализуется повсеместным внедрением в клиническую практику методики денервации ДС [6, 9, 16, 17].

За последние два десятилетия на рынке медицинской техники созданы надежные и малогабаритные, простые

в использовании хирургические установки для денервации ДС, при использовании которых достигается значимое снижение болевого синдрома, сокращение сроков госпитализации и быстрая реабилитация пациентов в послеоперационном периоде [1–4, 7, 8, 18].

В специализированной литературе имеются исследования, посвященные применению радиочастотной денервации в хирургическом лечении ФС шейного отдела позвоночника [19–20], но при этом сведения о клинической эффективности лазерного излучения у данной группы пациентов отсутствуют. Так, применение радиочастотных генераторов при симптоматичном ФС сопровождается преимущественно отличными и хорошими клиническими послеоперационными результатами, но, тем не менее, в некоторых исследованиях зарегистрированы противоречивые исходы данного способа хирургического лечения [21, 22].

Husted D.S. с соавт. [11] оценили эффективность радиочастотной денервации при ФС шейного отдела позвоночника у 22 пациентов: 14 женщин и 8 мужчин (средний возраст 47 лет). Одноуровневую денервацию выполнили у 1 пациента, двухуровневую – у 2 и у 9 – многоуровневую. В 95% случаев после первой процедуры радиочастотной денервации отмечено снижение болевого синдрома, средняя продолжительность ремиссии составила 12,5 месяца. Повторному вмешательству подверглись 22 пациента, при этом регресс болевого синдрома отмечался у 21 пациента в течение 12,7 месяца. В 11 случаях осуществлена третья денервация: у 10 пациентов зарегистрирован хороший клинический результат в виде снижения болевого синдрома и улучшения качества жизни, а у 1 пациента зарегистрирован неудовлетворительный исход. Авторы отметили, что радиочастотная денервация ДС приводит к снижению болевого синдрома в среднем на 50%, при этом средняя продолжительность ремиссии составляет 11,5 месяца.

Xiao L. с соавт. [22] проанализировали исходы лечения комбинации радиочастотной денервации и блокады ДС у 42 пациентов: 29 мужчин, 13 женщин (средний возраст 55 лет). Процедура выполнялась на уровне: C_V – 8 пациентов, C_{VI} – 22, C_{VII} – 17, C_{VIII} – 6. Электростимуляция проводилась с частотой 2 Гц при температуре 42 °С в течение 4 минут. Блокаду спинномозгового нерва проводили комбинированным раствором 5 мг Betamethasone dipropionate, 2 мг Betamethasone disodium phosphate, 1 мл 0,9% NaCl, 1 мл 2% Lidocaine. В результате отмечено во всех случаях значительное облегчение болевого синдрома по цифровой рейтинговой шкале боли (> 50% от исходного уровня) в течение 3 месяцев наблюдения.

С.Л. Сарычев с соавт. [6] изучили результаты лечения 18 пациентов с ФС шейного отдела позвоночника, которым проводилась радиочастотная денервация ДС. Деструкция медиальной ветви спинномозгового нерва проводилась при температуре 80 °С в течение 90 секунд. Хорошие результаты деструкции отмечены у 55,5% пациентов, удовлетворительные – в 44,5% случаев.

В некоторых исследованиях авторы указывают на сохранение клинической симптоматики после денервации

ДС и неэффективность аналогичных пункционных последующих вмешательств [17, 19–21].

Г.И. Назаренко с соавт. [5] при лечении ФС шейного отдела позвоночника использовали методику радиочастотной денервации ДС у 37 пациентов: в 25 случаях – изолированную, в 12 – симультанно с радиочастотной дерецепцией МПД. При изучении ближайших и отдаленных результатов лечения выяснилось, что клинический эффект оказался стойким в течение 1 года – доля положительных исходов составила более 90%. Но при этом через 1,5 года после операции отмечено существенное усиление болевого синдрома и ухудшение функционального статуса в 80% случаев.

В.В. Щедренко с соавт. [7] провели сравнительный анализ результатов лечения пациентов методами: химической дерецепции ДС местным анестетиком и 70% спиртовым раствором ($n = 49$), радиочастотной деструкции спинномозгового нерва аппаратом ЭН-57М ($n = 38$) и лазерной денервации с помощью лазерного скальпеля «ЛС-0,97 ИРЭ-Полус» ($n = 53$). Положительный эффект через 3 месяца достигнут при всех методиках от 74,2% до 85%. Через 3 года после вмешательства лучшие результаты достигнуты при использовании лазерного излучения и составили 78,4%.

При анализе специализированной литературы установлено, что после денервации ДС наиболее часто выявляются такие осложнения, как термические ожоги тканей, инфицирование операционной раны, формирование подкожной гематомы, повреждение спинномозгового корешка, которые зависят от корректности выполнения хирургических манипуляций. Возникновение болевого синдрома в течение года после оперативного вмешательства является главным недостатком пункционных методик и связано с реиннервацией капсулы сустава [21, 23–25].

В нашей серии ($n = 234$) установлено, что все выполненные операции оказались высокоэффективными по клиническим данным как в раннем (при выписке), так и в отдаленном (медиана 36 мес.) послеоперационном периодах, при низком количестве периоперационных осложнений (2,56%). По нашему мнению, это объясняется обоснованным клинико-инструментальным отбором пациентов для проведения операции, а также правильным соблюдением методологии пункционного хирургического вмешательства.

Заключение

Методика лазерной денервации ДС шейного отдела позвоночника является высокорезультативной при лечении пациентов с изолированным ФС, обусловленным дегенеративными заболеваниями ДС. Клиническая эффективность подтверждена стойкой положительной динамикой по уровню болевого синдрома и функционального статуса в раннем и отдаленном послеоперационном периодах при низких рисках развития периоперационных осложнений.

Литература

1. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Иринцев А.А. Дифференцированная хирургиче-

- ская тактика при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника с использованием пункционных методик // Сибирское медицинское обозрение. – 2018. – № 5. – С. 54–65.
2. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К. Анализ клинической эффективности применения метода фасетопластики при лечении фасет-синдрома в поясничном отделе позвоночника у пациентов пожилого и старческого возраста // Успехи геронтологии. – 2017. – Т. 30. – № 1. – С. 84–91.
 3. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Иринцев А.А. Анализ клинической эффективности применения методики лазерной денервации дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника при некомпрессионных формах синдрома заболевания смежного уровня после дорзальных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 26–33.
 4. Коновалов Н.А., Гринь А.А., Древаль О.Н. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению дегенеративного стеноза позвоночного канала на пояснично-крестцовом уровне. Пленум Правления Ассоциации нейрохирургов России, г. Казань, 2015. – 21 с.
 5. Назаренко Г.И., Черкашов А.М. Лечение спондилоартроза и дискоза шейного отдела позвоночника методом радиочастотной денервации // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 4. – С. 57–62.
 6. Сарычев С.Л., Акатов О.В., Древаль О.Н., Кузнецов А.В. Диагностика и хирургическое лечение болевых синдромов при спондилоартрозе шейного отдела позвоночника и синдроме верхней грудной апертуры // Нейрохирургия. – 2003. – № 1. – С. 32–36.
 7. Щедренок В.В., Иваненко А.В., Себелев К.И., Могущая О.В. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2010. – № 169. – С. 102–104.
 8. Arias Garau J. Radiofrequency Denervation of the Cervical and Lumbar Spine. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2018; 29 (1): 139–154. doi: 10.1016/j.pmr.2017.08.011.
 9. Engel A., Rappard G., King W., Kennedy D.J. Standards Division of the International Spine Intervention Society. The Effectiveness and Risks of Fluoroscopically-Guided Cervical Medial Branch Thermal Radiofrequency Neurotomy: A Systematic Review with Comprehensive Analysis of the Published Data. *Pain Medicine*. 2016; 17 (4): 658–669. doi: 10.1111/pme.12928.
 10. Persson M., Sorensen J., Gerdle B. Chronic Whiplash Associated Disorders (WAD): Responses to Nerve Blocks of Cervical Zygapophyseal Joints. *Pain Medicine*. 2016; 17 (12): 2162–2175. doi: 10.1093/pm/pnw036.
 11. Husted D.S., Orton D., Schofferman J., Kine G. Effectiveness of repeated radiofrequency neurotomy for cervicofacet jointpain. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. 2008; 21 (6): 406–408. doi: 10.1097/BSD.0b013e318158971f.
 12. Han S.H., Park K.D., Cho K.R., Park Y. Ultrasound versus fluoroscopy-guided medial branchblock for the treatment of lower lumbar facet jointpain: A retrospective comparative study. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (16): 55–66. doi: 10.1097/MD.0000000000006655.
 13. Xu C., Ding Z.H., Xu Y.K. Comparison of computed tomography and magnetic resonance imaging in the evaluation of facet tropism and facet arthrosis in degenerative cervical spondylolisthesis. *Genetics and Molecular Research*. 2014; 13 (2): 4102–4109. doi: 10.4238/2014.
 14. Fujiwara A., Lim T.H., An H.S., Tanaka N., Jeon C.H., Andersson G.B., Haughton V.M. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. *The Spine Journal*. 2000; 23 (25): 3036–3044.
 15. Pfirrmann C.W., Metzdorf A., Zanetti M. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine*. 2001; 26: 1873–1878.
 16. Artner J., Klessinger S. Interventions on facet joints. Techniques of facet jointinjection, medialbranchblock and radiofrequency ablation. *Radiologe*. 2015; 55 (10): 840–846. doi: 10.1007/s00117-015-0006-5.
 17. Van de Perck F., Soetens F., Lebrun C. et al. Phrenic Nerve Injury After Radiofrequency Denervation of the Cervical Medial Branches. *Pain Practice*. 2016; 16 (2): 42–45. doi: 10.1111/papr.12398.
 18. Siegenthaler A., Eichenberger U., Curatolo M. A shortened radiofrequency denervation method for cervical zygapophysial jointpain based on ultrasound localization of the nerves. *Pain Medicine*. 2011; 12 (12): 1703–1709. doi: 10.1111/j.1526-4637.2011.01275.x.
 19. Jacobson R.E., Palea O., Granville M. Bipolar Radiofrequency Facet Ablation of the Lumbar Facet Capsule: An Adjunct to Conventional Radiofrequency ablation for Pain Management. *Cureus*. 2017; 9 (9): 1635. doi: 10.7759/cureus.1635.
 20. Kweon T.D., Kim J.Y., Lee H.Y. et al. Anatomical analysis of medial branches of dorsalsami of cervicalnerves for radiofrequency thermocoagulation. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2014; 39 (6): 465–471. doi: 10.1097/AAP.0000000000000175.
 21. Van Eerd M., De Meij N., Dortangs E. et al. Long-termfollow-up of cervical facetmedial branch radiofrequency treatment with the singleposterior-lateral approach: an exploratory study. *Pain Practice*. 2014; 14 (1): 8–15. doi: 10.1111/papr.12043.
 22. Xiao L., Li J., Li D. et al. A posterior approach to cervical nerverootblock and pulsed radiofrequency treatment for cervical radicular pain: a retrospective study. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2015; 27 (6): 486–491. doi: 10.1016/j.jclinane.2015.04.007.
 23. Kim E.D., Yoo W.J., Kim Y.N., Park H.J. Ultrasound-guided pulsed radiofrequency treatment of the cervical sympathetic chain for complex regional pain syndrome: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (1): 5856. doi: 10.1097/MD.0000000000005856.

24. *Palea O., Andar H.M., Lugo R. et al.* Direct Posterior Bipolar Cervical Facet Radiofrequency Rhizotomy: A Simpler and Safer Approach to Denervate the Facet-Capsule. *Cureus*. 2018; 10 (3): 2322. doi: 10.7759/cureus.2322.
25. *Wolter T., Kleinmann B., Knoeller S.* Cryoneurolysis for the treatment of cervical facet jointsyndrome: a technicalnote. *Journal of Pain Research*. 2018; 11: 1165–1169. doi: 10.2147/JPR.S161053.

References

1. *Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Okoneshnikova A.K., Irintseev A.A.* Differentiated surgical tactics for degenerative diseases of the lumbar spine using puncture techniques. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 2018; 5: 54–65. [In Russ.].
2. *Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Okoneshnikova A.K.* Analysis of clinical efficacy of facetoplasty in the treatment of facet-syndrome in the lumbar spine in patients of elderly and senile age. *Uspekhi gerontologii*. 2017; 30 (1): 84–91. [In Russ.].
3. *Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Okoneshnikova A.K., Irintseev A.A.* Analysis of the clinical effectiveness of laser denervation of arch processes of the lumbar spine in non-compression forms of the disease at the adjacent level after dorsal decompression-stabilizing interventions. *Lazernaya Medicina*. 2019; 23 (1): 26–33. [In Russ.].
4. *Konovalov N.A., Grin A.A., Dreval O.N. et al.* Clinical recommendations for diagnostics and treatment of degenerative spinal stenosis at the lumbosacral level. *Plenum Pravleniya Associacii nejrohirurgov Rossii*. Kazan', 2015: 21. [In Russ.].
5. *Nazarenko G.I., Cherkashov A.M.* Treatment of spondylarthrosis and cervical spine discosis by radiofrequency denervation. *Hirurgiya pozvonochnika*. 2007; 4: 57–62. [In Russ.].
6. *Sarychev S.L., Akatov O.V., Dreval O.N., Kuznetsov A.V.* Diagnostics and surgical treatment of pain syndromes with spondylarthrosis of the cervical spine and upper thoracic aperture syndrome. *Nejrohirurgiya*. 2003; 1: 32–36. [In Russ.].
7. *Shchedrenok V.V., Ivanenko A.V., Sebelev K.I., Moguchaya O.V.* Minimally invasive surgery for degenerative diseases of the spine. *Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova*. 2010; 169: 102–104. [In Russ.].
8. *Arias Garau J.* Radiofrequency Denervation of the Cervical and Lumbar Spine. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2018; 29 (1): 139–154. doi: 10.1016/j.pmr.2017.08.011.
9. *Engel A., Rappard G., King W., Kennedy D.J.* Standards Division of the International Spine Intervention Society. The Effectiveness and Risks of Fluoroscopically-Guided Cervical Medial Branch Thermal Radiofrequency Neurotomy: A Systematic Review with Comprehensive Analysis of the Published Data. *Pain Medicine*. 2016; 17 (4): 658–669. doi: 10.1111/pme.12928.
10. *Persson M., Sorensen J., Gerdle B.* Chronic Whiplash Associated Disorders (WAD): Responses to Nerve Blocks of Cervical Zygapophyseal Joints. *Pain Medicine*. 2016; 17 (12): 2162–2175. doi: 10.1093/pm/pnw036.
11. *Husted D.S., Orton D., Schofferman J., Kine G.* Effectiveness of repeated radiofrequency neurotomy for cervicalfacet jointpain. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. 2008; 21 (6): 406–408. doi: 10.1097/BSD.0b013e318158971f.
12. *Han S.H., Park K.D., Cho K.R., Park Y.* Ultrasound versus fluoroscopy-guided medial branchblock for the treatment of lower lumbar facet jointpain: A retrospective comparative study. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (16): 55–66. doi: 10.1097/MD.0000000000006655.
13. *Xu C., Ding Z.H., Xu Y.K.* Comparison of computed tomography and magnetic resonance imaging in the evaluation of facet tropism and facet arthrosis in degenerative cervical spondylolisthesis. *Genetics and Molecular Research*. 2014; 13 (2): 4102–4109. doi: 10.4238/2014.
14. *Fujiwara A., Lim T.H., An H.S., Tanaka N., Jeon C.H., Andersson G.B., Haughton V.M.* The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. *The Spine Journal*. 2000; 23 (25): 3036–3044.
15. *Pfrrmann C.W., Metzdorf A., Zanetti M.* Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine*. 2001; 26: 1873–1878.
16. *Artner J., Klessinger S.* Interventions on facet joints. Techniques of facet jointinjection, medialbranchblock and radiofrequency ablation. *Radiologe*. 2015; 55 (10): 840–846. doi: 10.1007/s00117-015-0006-5.
17. *Van de Perck F., Soetens F., Lebrun C. et al.* Phrenic Nerve Injury After Radiofrequency Denervation of the Cervical Medial Branches. *Pain Practice*. 2016; 16 (2): 42–45. doi: 10.1111/papr.12398.
18. *Siegenthaler A., Eichenberger U., Curatolo M.* A shortened radiofrequency denervation method for cervical zygapophysial jointpain based on ultrasound localization of the nerves. *Pain Medicine*. 2011; 12 (12): 1703–1709. doi: 10.1111/j.1526-4637.2011.01275.x.
19. *Jacobson R.E., Palea O., Granville M.* Bipolar Radiofrequency Facet Ablation of the Lumbar Facet Capsule: An Adjunct to Conventional Radiofrequency ablation for Pain Management. *Cureus*. 2017; 9 (9): 1635. doi: 10.7759/cureus.1635.
20. *Kweon T.D., Kim J.Y., Lee H.Y. et al.* Anatomical analysis of medial branches of dorsalami of cervicalnerves for radiofrequency thermocoagulation. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2014; 39 (6): 465–471. doi: 10.1097/AAP.0000000000000175.
21. *Van Eerd M., De Meij N., Dortangs E. et al.* Long-termfollow-up of cervical facetmedial branch radiofrequency treatment with the singleposterior-lateral approach: an exploratory study. *Pain Practice*. 2014; 14 (1): 8–15. doi: 10.1111/papr.12043.
22. *Xiao L., Li J., Li D. et al.* A posterior approach to cervical nerverootblock and pulsed radiofrequency treatment for cervical radicular pain: a retrospective study. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2015; 27 (6): 486–491. doi: 10.1016/j.jclinane.2015.04.007.

23. Kim E.D., Yoo W.J., Kim Y.N., Park H.J. Ultrasound-guided pulsed radiofrequency treatment of the cervical sympathetic chain for complex regional pain syndrome: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (1): 5856. doi: 10.1097/MD.0000000000005856.
24. Palea O., Andar H.M., Lugo R. et al. Direct Posterior Bipolar Cervical Facet Radiofrequency Rhizotomy: A Simpler and Safer Approach to Denervate the Facet-Capsule. *Cureus*. 2018; 10 (3): 2322. doi: 10.7759/cureus.2322.
25. Wolter T., Kleinmann B., Knoeller S. Cryoneurolysis for the treatment of cervical facet joints syndrome: a technical note. *Journal of Pain Research*. 2018; 11: 1165–1169. doi: 10.2147/JPR.S161053.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

Сведения об авторах

Бывальцев Вадим Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (Иркутск, Россия); заведующий Центра нейрохирургии на станции Иркутск-Пассажирский Дорожной клинической больницы; ORCID: 0000-0003-4349-7101. **Калинин Андрей Андреевич** – кандидат медицинских наук, кафедра ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (Иркутск, Россия); врач Центра нейрохирургии на станции Иркутск-Пассажирский Дорожной клинической больницы; ORCID: 0000-0002-6059-4344. **Алиев Марат Амангелдиевич** – кандидат медицинских наук, зав. отделением

нейрохирургии городской клинической больницы № 7 (Алма-Ата, Казахстан), докторант курса нейрохирургии ФГБУ ВО «ИГМУ» Минздрава России (Иркутск); ORCID: 0000-0002-7676-1127. **Оконешникова Алена Константиновна** – аспирантка кафедры ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (Иркутск, Россия); ORCID: 0000-0003-1556-3095. **Шепелев Валерий Владимирович** – аспирант кафедры ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (Иркутск, Россия); ORCID: 0000-0001-5135-8115. **Юсупов Бобур Рузбаевич** – аспирант кафедры ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (г. Иркутск, Россия); ORCID: 0000-0001-9175-6871. **Аглаков Бахыт Мейрамханович** – аспирант кафедры ортопедии, травматологии и нейрохирургии ФГБУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» (Иркутск, Россия); ORCID: 0000-0001-5458-0184.

Information about authors

Bivaltzev Vadim – MD, Dr. Sc. (med), professor at the chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University; head of Neurosurgery Center at the railway station hospital Irkutsk-Passazhirsky; ORCID: 0000-0003-4349-7101. **Kalinin Andrey** – MD, Cand. Sc. (med), chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University; physician at Neurosurgery Center at the railway station hospital Irkutsk-Passazhirsky; ORCID: 0000-0002-6059-4344. **Aliev Marat** – MD, Cand. Sc. (med), chief of the neurosurgical department at Municipal Clinical Hospital № 7 (Alma-Ata, Kazakhstan); doctoral student at the course of neurosurgery at Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia); ORCID: 0000-0002-7676-1127. **Okoneshnikova Alena** – MD, post-graduate student at the chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia); ORCID: 0000-0003-1556-3095. **Shepelev Valery** – MD, post-graduate student at the chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia); ORCID: 0000-0001-5135-8115. **Yusupov Bobur** – MD, post-graduate student at the chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia); ORCID: 0000-0001-9175-6871. **Aglakov Bakhit** – MD, post-graduate student at the chair of orthopedics, traumatology and neurosurgery, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia); ORCID: 0000-0001-5458-0184.